

arao

Ravnanje z radioaktivnimi odpadki
Radioactive Waste Management



2019

Projektne osnove za odlagališče NSRAO Vrbina, Krško - faza presoje vplivov na okolje

Revizija 4
NSRAO2-POR-013-04

02-08-011-001

februar, 2019

naročnik	REPUBLIKA SLOVENIJA Gregorčičeva ulica 20, 1000 Ljubljana		
	Po pooblastilu: ARAO j.g.z. Celovška cesta 182 1000 Ljubljana		
objekt	Odlagališče NSRAO Vrbina, Krško		
vrsta dokumenta	Projektne osnove za odlagališče NSRAO Vrbina, Krško - faza presoje vplivov na okolje		
revizija	4		
enotna oznaka dokumenta	NSRAO2-POR-013-04		
ident. oznaka ARAO	02-08-011-001		
datum izdelave	Februar 2019		
izvajalec	ARAO		
odgovorni vodja projekta izvajalca	Leon Kegel, univ. dipl. meteorolog		
pripravil	Leon Kegel, univ. dipl. meteorolog		

pripravil	Leon KEGEL, univ. dipl. meteorolog	Datum in podpis:
pregledal (vodja projekta)	mag. Sandi VIRŠEK	Datum in podpis:
Potrdil:	mag. Sandi VIRŠEK, direktor ARAO	Datum in podpis:

Pri nastanku in pregledu dokumenta so sodelovali še:

Matej Rupret
 Bojan Kolarič
 Maruška Gortnar Faganel
 mag. Bojan Hertl
 Simona Sučić
 Marko Kostanjevec
 Mitja Eržen
 dr. Metka Kralj
 mag. Sandi Viršek

arao^E
 Celovška cesta 182
 1000 Ljubljana, Slovenija

SLEDLJIVOST

Revizija dokumenta	Datum predhodne revizije	Kratek opis glavnih sprememb (glede na predhodno revizijo)	Opombe
0	avgust 2015	Dokument pripravljen za recenzijo	
1	avgust 2016	Dokument po recenziji	
2	januar 2018	Dokument za pridobitev Končnega strokovnega mnenja pooblaščenca za jedrsko in sevalno varnost	
3	november 2018	Dopolnitev po pregledu URSJV	
4	februar 2019	Dopolnitev po dodatnem pregledu URSJV	

VSEBINA

1	POVZETEK.....	8
2	UVOD	10
2.1	Izhodišča	12
2.2	Namen	13
2.3	Obseg	14
2.4	Seznam pomembnejših dokumentov in podlag za odlagališče NSRAO, s kratkimi opisi	15
2.5	Oznake in okrajšave	17
2.6	Razlaga pojmov	19
2.7	Dokumentiranje, vodenje kakovosti.....	21
3	KONCEPT ODLAGANJA	22
4	SPLOŠNI PROJEKTNI KRITERIJI IN NAČELA	27
4.1	Izbrana projektna načela.....	27
4.2	Splošne projektne osnove	30
4.3	Pasivne in aktivne varnostne funkcije.....	31
4.4	Varnostne funkcije	32
5	OSNOVNI PODATKI O NSRAO	33
5.1	NSRAO iz NEK	34
5.1.1	NSRAO iz obratovanja NEK.....	35
5.1.2	NSRAO iz razgradnje NEK	35
5.2	Ne-elektrarniški odpadki.....	35
5.2.1	NSRAO iz CSRAO	35
5.2.2	NSRAO iz razgradnje reaktorja TRIGA	36
5.2.3	NSRAO iz obratovanja in razgradnje odlagališča ter obratovanja in razgradnje objekta za pripravo NSRAO v NEK	36
5.3	Ocena skupne količina odpadkov za odlaganje in odlagalne prostornine po fazah odlaganja	37
6	SPLOŠNE ZAHTEVE GLEDE ODPADKOV.....	38
7	LOKACIJA ZA ODLAGALIŠČE NSRAO VRBINA, KRŠKO	41
7.1	Splošen opis lokacije	41
7.2	Demografski opis lokacije in človeške dejavnosti	43

7.3	Geološke, hidrogeološke, hidrološke, geomehanske in seizmološke lastnosti lokacije.....	44
7.3.1	Geološke lastnosti lokacije.....	44
7.3.2	Hidrogeološke lastnosti lokacije	46
7.3.3	Hidrološke lastnosti lokacije	48
7.3.4	Geomehanske lastnosti lokacije.....	49
7.3.5	Seizmološke lastnosti lokacije.....	50
7.4	Fizikalno-kemijske in geokemijske lastnosti	51
7.5	Meteorološke lastnosti lokacije.....	52
7.6	Lastnosti biosfere.....	54
7.7	Transportne poti, infrastruktura in dejavnosti v okolici lokacije odlagališča.....	55
8	PREDPOSTAVLJENI ZAČETNI DOGODKI IN SCENARIJI – STANJA ODLAGALIŠČA	56
8.1	Izbira in razvrstitev predpostavljenih začetnih dogodkov	56
8.2	Scenariji normalnega obratovanja in normalnega razvoja dogodkov po zaprtju odlagališča.....	56
8.3	Scenariji nenormalnega razvoja dogodkov med obratovanjem in po zaprtju odlagališča.....	57
8.3.1	Scenarij požara	58
8.3.2	Scenarij padec zabojnika	58
8.3.3	Scenarij eksplozije (padec letala, teroristični napad)	59
8.3.4	Scenarij potresa med obratovanjem odlagališča	59
8.3.5	Scenarij zgodnje porušitve inženirskih pregrad (potres po zaprtju odlagališča)	59
8.3.6	Scenarij Meandriranje reke in površinska erozija	60
8.3.7	Scenarij nenamernega vdora človeka	60
8.3.8	Scenarij sprememba hidroloških pogojev	60
8.3.9	Kombinacija dogodkov	60
8.4	Grafični prikaz stanj odlagališča.....	61
9	TEHNIČNE ZAHTEVE ZA ODLAGALIŠČE NSRAO	63
9.1	Namen gradnje odlagališča (potrebne obratovalne zmogljivosti in zahteve).....	63
9.2	Zahteve glede tehnoloških zmogljivosti in drugih lastnosti odlagališča	65
9.3	Zahteve glede faznosti gradnje in delovanja odlagališča.....	66
9.4	Zahteve glede zapiranja in razgradnje (pripravljenost na razgradnjo).....	68
9.5	Zahteve glede dolgoročnega nadzora odlagališča	70
10	OPIS ODLAGALIŠČA IN DOLOČITEV POSAMEZNIH SSK-JEV ODLAGALIŠČA	75

10.1	Opredelitev podlag za določitev SSK-jev	75
10.2	Določitev skupkov sestavnih delov, sistemov in konstrukcij	75
10.2.1	Definicije in uvod	75
10.2.2	Določitev objektov	76
10.2.3	Določitev SSK	76
10.3	Opis SSK - Odlagalni Objekt	79
10.3.1	O1 - Končna pakirna enota	79
10.3.2	O2 – Polnilo	82
10.3.3	O3 – Silos	82
10.3.4	O4 – Drenažni sistem	86
10.3.5	O5 – Zapora med silosom in vodonosnikom	86
10.3.6	O6 – Polnilni material na nivoju vodonosnika	86
10.3.7	O7 – Konstrukcija za izkop gradbene jame	86
10.3.8	O8 – Protipoplavna zaščita – nasip, nadvišanje silosa	86
10.3.9	O9 – Hala nad silosom	87
10.3.10	O10 – Odlagalno – transportne naprave	87
10.3.11	O11 - Elektro instalacije	87
10.3.12	O12 – Protipožarni sistem	87
10.3.13	O13 – Sistemi fizičnega varovanja	88
10.3.14	O14 – Sistemi monitoringa	88
10.3.15	O15 – Strojne instalacije	88
10.3.16	O16 - Sistem varstva pred sevanji	88
10.3.17	O17 - Telekomunikacijski sistemi	88
10.4	Opis SSK - Tehnološki objekt	88
10.4.1	T1 - Zgradba - gradbena konstrukcija	88
10.4.2	T2- Protipoplavna zaščita	89
10.4.3	T3 - Elektro inštalacije	89
10.4.4	T4 - Strojne inštalacije	89
10.4.5	T5 - Kanalizacijski sistemi	90
10.4.6	T6- Sistemi fizičnega varovanja	90
10.4.7	T7 - Sistem varstva pred sevanji	90
10.4.8	T8 - Telekomunikacijski sistemi	90
10.4.9	T9 – Protipožarni sistem	90
10.4.10	T10 - Monitoring	90
10.5	Opis SSK – Upravno - servisni objekt	91
10.5.1	US1 - Zgradba - gradbena konstrukcija	91
10.5.2	US2 - Protipoplavna zaščita	91
10.5.3	US3 - Elektro inštalacije	91
10.5.4	US4 - Strojne inštalacije	91
10.5.5	US5 - Kanalizacijski sistem	92
10.5.6	US6 - Sistem fizičnega varovanja	92
10.5.7	US7- Telekomunikacijski sistemi	92
10.5.8	US8 – Protipožarni sistem	92
10.6	Opis SSK - Objekti fizičnega varovanja	92

10.6.1	F1 - Zunanja ograja.....	92
10.6.2	F2 - Notranja ograja	92
10.6.3	F3 - Ostali sistemi fizičnega varovanja	93
10.7	Opis SSK - Zunanja ureditev.....	93
10.7.1	Z1 - Nasip	93
10.7.2	Z2 - Transportne ureditve.....	93
10.7.3	Z3 - Ozelenjene površine	93
10.7.4	Z4 - Zunanja razsvetljava	93
10.7.5	Z5 - Zbiranje in odvajanje padavinskih in odpadnih vod	93
10.7.6	Z6 - Zunanji razvod vodovoda in hidrantno omrežje	93
10.8	Opis SSK - Infrastrukturni vodi in priključki.....	93
10.8.1	I1 - Elektro	93
10.8.2	I2 - Telekomunikacije	94
10.8.3	I3 - Vodovod	94
10.8.4	I4 – Fekalna Kanalizacija	95
10.8.5	I5 - Meteorna kanalizacija	95
10.8.6	I6 – Cestna povezava	95
10.9	Opis SSK - Objekti za monitoring	95
10.9.1	M1 - Monitoring	95
10.10	Varnostna klasifikacija SSK	95
11	TEHNIČNE ZAHTEVE ZA SSK ODLAGALIŠČA.....	102
11.1	Obratovalni pogoji in omejitve	102
11.2	Zahteve glede objektov in konstrukcij.....	104
11.2.1	Splošno.....	104
11.2.2	Nasip	105
11.2.3	Odlagalni in tehnološki objekti.....	106
11.2.4	Neodlagalni objekti.....	107
11.2.5	Odlagalni zabojnik.....	107
11.3	Zahteve glede seizmičnih obremenitev	108
11.4	Zahteve glede arhitekturnih rešitev, krajinske ureditve in človeške dejavnosti.....	109
11.5	Zahteve glede tehnoloških sistemov	113
11.6	Zahteve glede strojnih inštalacij in opreme.....	114
11.7	Zahteve glede električnih inštalacij in opreme	117
11.8	Zahteve glede računalniškega vodenja in nadzora.....	119
11.9	Zahteve glede telekomunikacij	120
11.10	Zahteve glede razmestitve objektov, sistemov in naprav.....	121

11.11	Zahteve glede varstva pred sevanji in omejitev doz	122
11.11.1	Zasnova varstva pred sevanji	122
11.11.2	Varstvo delavcev.....	123
11.11.3	Varstvo prebivalcev.....	124
11.11.4	Izredni dogodki	125
11.12	Zahteve glede varstva okolja in obratovalnega monitoringa	126
11.12.1	Varstvo okolja	126
11.12.2	Obratovalni Monitoring	128
11.13	Zahteve glede požarnega varstva	129
11.14	Zahteve glede varstva pred poplavami in meteorološkimi vplivi	131
11.15	Zahteve glede zagotavljanja varnosti in zdravja pri delu.....	134
11.16	Zahteve glede fizičnega varovanja objektov in omejevanje dostopa ter vnosa in iznosa snovi	136
11.17	Zahteve glede zagotavljanja neoviranega dostopa.....	138
11.18	Zahteve glede na varnostne analize in glede pripravljenosti na izredne dogodke	139
11.19	Zahteve glede dokumentiranja	140
11.20	Zahteve glede prevoza odpadkov	142
11.21	Druge zahteve	144
12	OBNAVLJANJE PROJEKTHNIH OSNOV	145
13	PRILOGA 1 – ZAHTEVE GLEDE NA FUNKCIONALNO ANALIZO	146
14	LITERATURA	158

1 POVZETEK

Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti v 70.a členu določa namen projektnih osnov. Le-te morajo zagotoviti preventivne in, če ti odpovejo, zaščitne ukrepe proti posledicam, ki lahko nastanejo zaradi prehodnih pojavov in projektnih nezgod. Projektne rešitve in ukrepi morajo zagotoviti, da doze sevanja, ki bi jih prejelo prebivalstvo v okolici objekta in zaposleni v objektu, ne presegajo predpisanih vrednosti oziroma so te čim nižje. Za preprečevanje izpustov radioaktivnih snovi in zaščito pred njimi je treba uveljaviti načelo obrambe v globini tako, da se s projektom zagotovi nabor fizičnih pregrad in varnostnih ukrepov, ki prispevajo k učinkovitemu omejevanju širjenja radioaktivnih snovi iz objekta.

Projektne osnove za odlagališče NSRAO Vrbina, Krško za fazo presoje vplivov na okolje (PVO), so pripravljene skladno s Pravilnikom o dejavnostih sevalne in jedrske varnosti (pravilnik JV5) [1] in Praktičnimi smernicami PS 1.03. [2]. Skladno z definicijo iz ZVISJV [3], projektne osnove objekta opredeljujejo njegovo potrebno zmogljivost za obvladovanje določenega obsega stanj, ob spoštovanju predpisanih zahtev sevalne in jedrske varnosti.

Projektne osnove za odlagališče NSRAO Vrbina, Krško obravnavajo vse faze objekta: projektiranje, gradnjo, poskusno obratovanje, obratovanje, prenehanje obratovanja, mirovanje, razgradnjo, zaprtje odlagališča in izvajanje dolgoročnega nadzora in vzdrževanja odlagališča.

Projektne osnove za odlagališče NSRAO Vrbina, Krško obravnavajo vse glavne karakteristike projekta odlagališča od lastnosti lokacije, obsega in ureditve odlagališča do potrebnih objektov, sistemov in naprav, ki so potrebni za zagotavljanje varnosti v vseh fazah odlagališča.

Odlagališče NSRAO Vrbina, Krško je prostorsko umeščeno 400 m vzhodno od NEK. Širše območje odlagališča obsega:

- vhodni del odlagališča, kjer je urejen uvoz z Vrbinske ceste, parkirišča za zaposlene in obiskovalce ter zelene in druge odprte površine;
- ožje območje odlagališča, namenjeno upravno-servisnim dejavnostim, sprejemu in odlaganju odpadkov v odlagalne enote in zagotavljanju fizične varnosti odlagališča; (ožje območje je obdano z ograjo);
- proste površine odlagališča, ki so urejene z zasaditvijo drevnine; ter
- površine za priključevanje na gospodarsko infrastrukturo.

Površine območja odlagalnih enot in del površin tehnološkega objekta so uvrščene v radiološko nadzorovano področje. Radiološko nadzorovano področje je varovano z dodatno ograjo.

V skladu s programskimi usmeritvami (ReNPRRO16-25) [4] in obsegom odlagališča, ki je formalno urejen v Uredbi o DPN [5], so na odlagališču predvideni vsi objekti, sistemi in naprave, ki so potrebni za samostojno obratovanje odlagališča in tehnološkimi sistemi in napravami, ki so po tehnični plati nujno potrebni za odlaganje že pripravljenih odlagalnih zabojnikov [6].

Ena od osnovnih nalog Projektnih osnov je tudi določitev skupkov sestavnih delov, sistemov in konstrukcij, kot jih določa pravilnik JV5 [1]. Ti so razdeljeni, glede na skupine objektov na odlagališču in sicer na skupke sestavnih delov, sistemov in konstrukcij (SSK) odlagalnih, tehnoloških, upravno servisnih objektov, objektov fizičnega varovanja, zunanje ureditve infrastrukturnih vodov in priključkov, ter objektov za izvajanje monitoringa. Skladno z zahtevo

JV 5 in stopenjskim pristopom, so SSK-ji določeni na podlagi inženirske presoje skupine strokovnjakov iz različnih področij in nato varnostno klasificirani. Razdeljeni so v SSK-je pomembne za jedrsko in sevalno varnost, ter SSK-je nepomembne za jedrsko in sevalno varnost. Vsi SSK-ji so podrobneje opisani in predstavljeni v poglavju 10 in 11.

Za SSK-je, za katere so bile do sedaj (faza pridobivanja okoljevarstvenega soglasja) prepoznane posebne zahteve, so le-te v nadaljevanju podrobneje opredeljene (poglavje 11). Zahteve so razdeljene po področjih na:

- obratovalne pogoje in omejitve,
- zahteve glede objektov in konstrukcij,
- zahteve glede seizmičnih obremenitev,
- zahteve glede arhitekturnih rešitev, krajinske ureditve in človeške dejavnosti,
- zahteve glede tehnoloških sistemov,
- zahteve glede strojnih inštalacij in opreme,
- zahteve glede električnih inštalacij in opreme,
- zahteve glede računalniškega vodenja in nadzora,
- zahteve glede telekomunikacij,
- zahteve glede razmestitev objektov, sistemov in naprav,
- zahteve glede varstva pred sevanji in omejitev doz,
- zahteve glede varstva okolja in obratovalnega monitoringa,
- zahteve glede požarnega varstva,
- zahteve glede varstva pred poplavami in meteorološkimi vplivi,
- zahteve glede zagotavljanja varnosti in zdravja pri delu,
- zahteve glede fizičnega varovanja objektov in omejevanja dostopa ter vnosa in iznosa snovi,
- zahteve glede zagotavljanja neoviranega dostopa,
- zahteve glede na varnostne analize in glede pripravljenosti na izredne dogodke,
- zahteve glede na funkcionalna analizo,
- zahteve glede dokumentiranja,
- zahteve glede prevoza odpadkov, druge zahteve.

Ob koncu dokumenta (12. poglavje) so opredeljene še zahteve glede obnavljanja Projektnih osnov.

2 UVOD

Slovenija uporablja jedrske in sevalne tehnologije v številnih gospodarskih in drugih področjih. Pri uporabi jedrskih in sevalnih tehnologij v državi nastajajo tudi radioaktivni odpadki, za katere je potrebno zagotoviti varno ravnanje v vseh fazah ravnanja z radioaktivnimi snovmi, od nastanka do njihovega odlaganja. Republika Slovenija ima majhen jedrski program, pri katerem lastništvo največjega objekta tudi deli s sosednjo Republiko Hrvaško. Slovenski jedrski program obsega jedrsko elektrarno v obratovanju, raziskovalni reaktor v obratovanju, Centralno skladišče radioaktivnih odpadkov malih povzročiteljev v obratovanju, ter odlagališče nizko- in srednje radioaktivnih odpadkov v fazi izgradnje.

Osnovne zahteve glede jedrske in sevalne varnosti so zapisane v Resoluciji o jedrski in sevalni varnosti v Republiki Sloveniji za obdobje 2013–2023 [7], v Resoluciji o Nacionalnem programu ravnanja z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom za obdobje 2016–2025 (ReNPRRO16-25) [4], v Zakonu o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (ZVISJV) [3] ter na podlagi zakona sprejetih podzakonskih predpisov. Poleg slovenske zakonodaje je Republika Slovenija dolžna spoštovati še veljavne predpise EU s področja jedrske in sevalne varnosti, ter obveze iz sklenjenih pogodb kot je npr. Skupna konvencija o varnosti ravnanja z izrabljenim gorivom in varnosti ravnanja z radioaktivnimi odpadki (MKVIGRO) [8].

Nacionalni program ravnanja z RAO in IG opredeljuje potrebne naloge, ki zagotavljajo trajno in varno rešitev problematike ravnanja z RAO in IG. Gradnjo odlagališča NSRAO je treba obravnavati kot ključni okoljski projekt programa, saj pravočasno pridobljena lokacija in gradnja odlagališča zagotavljata učinkovito varovanje naravnega okolja pred nekontroliranimi emisijami radioaktivnih snovi.

Zakon o varstvu okolja (ZVO-1) [9] radioaktivne odpadke opredeljuje kot odpadke, ki so zaradi določenih radioaktivnih lastnosti po predpisih o varstvu pred ionizirajočimi sevanji uvrščeni med radioaktivne odpadke. Radioaktivni odpadki so torej lahko snovi v plinasti, tekoči ali trdni obliki, predmeti ali oprema, ki so odpadek sevalnih dejavnosti ali intervencijskih ukrepov in zanje ni predvidena nadaljnja uporaba, ki pa vsebujejo radioaktivne snovi ali so radioaktivno kontaminirani tako, da presegajo ravni opustitve nadzora. Podrobnejšo razvrščanje radioaktivnih odpadkov glede na stopnjo in vrsto radioaktivnosti, ter agregatno stanje podajata ZVISJV in na njegovi podlagi izdani Pravilnik o ravnanju z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom (JV7) [10].

Radioaktivni odpadki v trdni obliki se glede na stopnjo in vrsto radioaktivnosti po pravilniku JV7 razvrščajo v kategorije prehodno radioaktivnih odpadkov, zelo nizko radioaktivnih odpadkov (ZNRAO), nizko- in srednje radioaktivnih odpadkov (NSRAO), visoko radioaktivnih odpadkov (VRAO) in kategorijo radioaktivnih odpadkov z naravnimi radionuklidi.

Količinsko gledano pri uporabi jedrskih in sevalnih tehnologij v Sloveniji nastane največ nizko in srednje radioaktivnih odpadkov (NSRAO). Država Slovenija je tako sprejela odločitev, da poišče lokacijo in zgradi odlagališče za NSRAO, ki nastajajo na področju Slovenije. Investitor projekta je Vlada RS, izvajalec (agent) pa ARAO – javni gospodarski zavod.

Priprava Državnega prostorskega načrta se je začela s »Programom priprave državnega lokacijskega načrta za odlagališče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov« v letu 2004. Posebnost postopka je t.i. kombiniran postopek, ki vključuje strokovno-ekspertno presojo in pridobivanje lokalnih ponudb za lokacijo ter zagotavlja visoko stopnjo vključevanja javnosti.

Na podlagi programa priprave so bile k sodelovanju v postopku pridobivanja lokacije odlagališča NSRAO povabljene vse slovenske občine. S strani občin predlagane lokacije so bile obravnavane v pred primerjalni študiji ter ovrednotene z varnostnega, funkcionalno-tehničnega, ekonomskega, okolijskega, prostorskega in družbenega vidika. Na podlagi izdelane pred primerjalne študije je Vlada RS s sklepom potrdila tri potencialne lokacije za podrobnejšo obravnavo v nadaljnjem postopku izbora lokacije odlagališča NSRAO, med njimi tudi lokacijo Vrbina v občini Krško.

Osnutek DPN za odlagališče NSRAO na lokaciji Vrbina v občini Krško je bil skupaj z Okoljskim poročilom in strokovnimi podlagami javno razgrnjen v februarju 2008, v tem času je bila organizirana tudi javna obravnavo.

Decembra 2009 je Vlada RS sprejela Uredbo o državnem prostorskem načrtu (DPN) [5] za odlagališče NSRAO na lokaciji Vrbina v občini Krško.

Na območju DPN je načrtovana ureditev odlagališča z zmogljivostjo odlaganja 9.400 m³ NSRAO, v katerem se izvajajo vse dejavnosti, potrebne za delovanje odlagališča in trajno odlaganje odpadkov, ki nastajajo v RS.

Kategorija nizko in srednje radioaktivnih odpadkov podobno kot v Sloveniji predstavlja največji delež odpadkov tudi drugod po svetu. Za to kategorijo odpadkov so tudi najbolj razvite metode ravnanja in končnega odlaganja. Odlaganje NSRAO običajno poteka v površinskih ali pri-površinskih odlagalnih objektih. V 16 državah članicah EU, ki imajo obstoječ ali opuščen jedrski program, v 8 državah obratujejo ustrezna odlagališča. Poleg tega je več držav v različnih fazah pridobivanja dovoljenj in izgradnje odlagališč NSRAO kot npr. Belgija, Romunija, Bolgarija. Predvideno je, da bo do leta 2025, z izjemo Nizozemske in Estonije, v vsaki državi EU z jedrskim programom obratovalo vsaj 1 odlagališče za NSRAO [11][12].

Z DPN je določen tudi koncept odlaganja NSRAO v odlagalne silose, ki so zgrajeni iz površine, vendar umeščeni v slabo prepustne melje, v nasičeni coni pod podtalnico. Koncept združuje lastnosti površinskih odlagališč (odlaganje s površine) in lastnosti podzemnih odlagališč (umeščenost odlagalnih enot v slabo prepustne nasičene geološke formacije). Varnostne analize zadnja faza je bila končana v letu 2016, dokazujejo, da je kombinacija lokacije in odlagalnega koncepta ugodna, in je vpliv takega odlagališča na človeka in okolje zanemarljiv. Koncept odlagališča NSRAO Vrbina Krško temelji na večpregradnem sistemu ter sistemu, ko posamezni sestavni deli odlagališča opravljajo več varnostnih funkcij.

Podoben koncept odlaganja NSRAO v odlagalne silose je bil do sedaj uporabljen v več državah kot npr. v Koreji, na Švedskem, Finskem, Japonskem [12], kjerje bila posebna pozornost namenjena tehnološkim rešitvam optimalne izrabe in razporeditvi podzemnih prostorov. Omenjena odlagališča formalno niso povsem primerljiva z obravnavanim projektom slovenskega odlagališča. V primeru naštetih držav gre namreč za globinsko odlagališče, pri katerem bistveni del izolativnih lastnosti prevzame stabilna geološka formacija. V primeru odlagališča NSRAO Vrbina Krško pa je predmet obravnave pripovršinsko odlagališče, kjer pomemben del izolativne vloge prevzamejo ustrezno pripravljene odpadki, odlagalni paketi in inženirske bariere odlagališča [13][14].

V letu 2009 je bil za predlagan koncept odlaganja pripravljen idejni projekt, kasneje pa še več študij optimizacije. Na podlagi izdelanih strokovnih podlag so bile izvedene varnostne analize.

Projekt je v fazi pridobivanja okoljevarstvenega soglasja, za katerega je potrebno izdelati Poročilo o vplivih na okolje. Sestavni del le tega je tudi osnutek varnostnega poročila, skladno

z mnenjem o predlogu vsebine in obsega presoje vplivov na okolje, ki ga je v decembru 2011 izdala URSJV. Vsebina varnostnega poročila je opredeljena v smernici URSJV PS 1.03 Vsebina varnostnega poročila za odlagališče NSRAO [2].

Projektne osnove so z definicijo opredeljene v ZVISJV-1 [15]. Ta določa, da Projektne osnove za jedrski objekt opredeljujejo njegovo potrebno zmogljivost za obvladovanje določenega obsega stanj, ob spoštovanju predpisanih zahtev sevalne in jedrske varnosti. Vključujejo tudi pogoje za normalno obratovanje, prehodne pojave, dogodke, ki izvirajo iz predpostavljenih začetnih dogodkov ali njihovih kombinacij, ter varnostno klasifikacijo SSK pomembnih predpostavk in izbranih analitičnih metod. Projektne osnove so prvi pogoj za zagotovitev preprečitve posledic pričakovanega obratovalnega ali projektnega dogodka oziroma, če preprečitev ni mogoča, ublažitev teh posledic.

Potrebno pa jih je pripraviti v vsaki fazi, skupaj z varnostnim poročilom.

Na področju jedrske in sevalne varnosti odlagališč RAO se v svetu čedalje bolj razvija in prepozna pojem *safety case*, katerega namen je pokazati in zgraditi zaupanje, da je načrtovan in zgrajen, ter kasneje objekt v obratovanju ter razgrajen objekt, varen. »*Safety case*« tako vključuje vse potrebne dokumente, dokazila, modele, izračune ipd., na podlagi katerih lahko trdimo, da je tak objekt varen. Projektne osnove v takem »sistemu« dokumentacije in fazi načrtovanja (faza PGD) predstavljajo osnovne zahteve glede jedrske in sevalne varnosti ter vključujejo zahteve, ki so jih podali nosilci urejanja prostora, hkrati pa določijo vsebine, skladno s pravilnikom JV5.

2.1 Izhodišča

Projektne osnove predstavljajo izhodišča, ki jih je potrebno upoštevati pri načrtovanju projektnih rešitev za odlagališče NSRAO Vrbina, Krško. Izhodišča obsegajo spoštovanje predpisanih zahtev sevalne in jedrske varnosti, standarde, načela, analize, posebne zahteve investitorja in drugo.

Dokument Projektne osnove ni namenjen dokazovanju varnosti odlagališča. Skladno s slovensko zakonodajo (ZVISJV) [3] se za dokazovanje jedrske in sevalne varnosti pripravlja Varnostno poročilo, katerega priloga pa so tudi projektne osnove.

Predvideno je, da se v odlagališče v Vrbini odložijo NSRAO iz NEK (NSRAO iz obratovanja in razgradnje NEK ter drugi NSRAO, kot so zamenjana - odstranjena oprema, ...), in sicer polovica vseh odpadkov iz NEK oziroma vsi odpadki v primeru dogovora o skupnem odlaganju NSRAO iz NEK z Republiko Hrvaško, v skladu z meddržavno pogodbo. Poleg naštetega se v odlagališče odložijo še ostali slovenski institucionalni odpadki, NSRAO iz CSRAO na Brinju, NSRAO iz razgradnje CSRAO ter reaktorja TRIGA ter NSRAO, ki bodo nastali pri delovanju in zapiranju odlagališča. Za vse zgoraj naštetе odpadke velja, da bodo morali za odložitev v odlagališče zadostiti merilom sprejemljivosti za odlaganje v načrtovano odlagališče NSRAO.

Priprava vseh NSRAO na odlaganje v skladu z zahtevami meril sprejemljivosti se izvaja v NEK.

Odlagališče je treba projektirati na način, da bodo lahko v njem odložene vse vrste NSRAO, ki bodo nastale v Sloveniji. Izjeme so lahko zgolj manjše količine dolgoživih ali drugačnih radioaktivnih odpadkov, ki bi zahtevali nesorazmerno zapletene in drage postopke priprave na odlaganje. Rešitve za njihovo odlaganje se preloži na čas odlaganja VRAO in IG. Pri

projektiranju objekta je potrebno upoštevati načela varstva pred ionizirajočimi sevanji, ki jih ureja ZVISJV in ostali predpisi.

Eno od osnovnih načel varstva je načelo optimizacije, ki se uporablja še pred doznimi omejitvami, ki so največje doze, ki se jih pri delu v področju sevanja ne sme preseči. Zahteve glede doznih omejitev ureja Uredba o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih UV2 [16], ki določa največje doze, ki se jih pri delu v območju s povišanim sevanjem ne sme preseči. Zahteve so različne glede na to ali gre za delavce, ki delajo z viri ionizirajočih sevanja ali za prebivalce, ki so izpostavljeni sevanju iz objektov, v katerih so viri ionizirajočega sevanja. Prav tako je potrebno ločiti normalna obratovalna stanja in nenormalna obratovalna stanja in nesreče, ko so zahteve glede doznih omejitev v primeru reševanja človeških življenj in velike materialne škode drugačne, kot v primeru normalnega obratovanja.

Bolj natančno z ustreznimi omejitvami so dozne omejitve za delavce in prebivalce podane v poglavju o zahtevah varstva pred sevanji in omejitvah doz.

2.2 Namen

Po ZVISJV (70. a člen) mora investitor, ki namerava graditi nov sevalni ali jedrski objekt, zanj pripraviti projektne osnove kot del:

- Posebne varnostne analize v postopku priprave državnega prostorskega načrta,
- Poročila o vplivih na okolje v postopku pridobitve predhodnega soglasja o jedrski in sevalni varnosti oziroma
- varnostnega poročila v vseh poznejših postopkih.

Namen izdelave dokumenta Projektnih osnov (POs) v fazi pridobivanja okoljevarstvenega soglasja je pripraviti Projektne osnove za odlagališče NSRAO Vrbina, Krško, ki bodo služile kot osnova za pripravo osnutka varnostnega poročila (osnVP) in kot del Poročila o vplivih na okolje, ki bo služilo kot osnova za pridobitev Predhodnega soglasja o sevalni in jedrski varnosti, kot je zahtevano v 1. odstavku 65.b. člena ZVISJV. Skladno z zahtevo 40. člena JV5, Projektne osnove služijo tudi kot osnova za izdelavo projektne dokumentacije.

Projektne osnove so izdelane kot samostojen dokument in v skladu z razvojem projekta, zahtevami investitorja in zahtevami zakonodaje predstavljajo nadgradnjo že izdelanih Projektnih osnov za odlagališče NSRAO na potencialni lokaciji Vrbina v občini Krško, ki jih je leta 2009 izdelal IBE d.d.[17].

V Projektnih osnovah so v 2. poglavju predstavljena izhodišča, namen in obseg Projektnih osnov. V 3. poglavju je predstavljen koncept odlaganja, kot je zasnovan v Idejnih zasnovah Rev. C [6], v 4. pa so podani splošni projektni pogoji za odlagališče NSRAO.

V 5. poglavju so predstavljeni ključni podatki o odpadkih, ki naj bi bili odloženi v odlagališče. Splošne zahteve glede odpadkov so predstavljene v 6. poglavju, seveda pa bodo ti morali spolnjevati merila sprejemljivosti za odlaganje, ki bodo potrjena v okviru varnostnega poročila.

V nadaljevanju je v poglavju 7 predstavljena lokacija Vrbina, kjer bo zgrajeno odlagališče. Lokacija je opisana glede na različne možne vidike vpliva lokacije na odlagališče in obratno, odlagališča na samo okolje.

Nato so v 8. poglavju podrobneje predstavljeni scenariji oz. stanja odlagališča in začetni dogodki iz katerih scenariji izhajajo. Projektne osnove delijo scenarije na scenarije med obratovanjem odlagališča in scenarije po zaprtju.

V poglavju 9 so predstavljene tehnične zahteve za odlagališče NSRAO glede gradnje, delovanja, razgradnje, zapiranja ter dolgoročnega nadzora in vzdrževanja odlagališča in njegovih tehnoloških zmogljivosti.

V 10. poglavju je podan opis odlagališča z njegovimi sistemi in objekti ter predstavljena določitev SSK katerih tehnične zahteve so zapisane v 11. poglavju.

V 12. poglavju so podane zahteve in priporočila za obnavljanje Projektnih osnov. V 13. poglavju (priloga 1) so zapisane zahteve glede na funkcionalno analizo.

Poglavje 14 vsebuje ustrezne uporabljene reference.

Dokument je potrebno, skladno z veljavnimi predpisi, po potrebi posodobiti, za pridobitev gradbenega dovoljenja, med gradnjo, v celotni obratovalni dobi, med morebitno fazo mirovanja in med razgradnjo, pa tudi kasneje, med dolgoročnim nadzorom po zaprtju, tako da kaže dejansko stanje objekta.

Upravljalca odlagališča je dolžan redno preverjati Projektne osnove objekta in ne le kot del vsakega občasnega varnostnega pregleda. Pregled projektnih osnov je treba opraviti tudi po obratovalnih dogodkih, ki so imeli vpliv na sevalno ali jedrsko varnost, ali kadar se pojavijo nove pomembne informacije glede sevalne ali jedrske varnosti [1].

2.3 Obseg

Projektne osnove za odlagališče NSRAO Vrbina, Krško so izdelane v skladu s projektno nalogo Dopolnitev Projektnih osnov v fazi pridobivanja okoljevarstvenega soglasja (Projektne osnove za Osnutek varnostnega poročila [18]), tehnične rešitve so bolj podrobno opisane v Idejni zasnovi odlagališča Rev. C [6], način obratovanja in druge zahteve pa so podane v investicijskem programu [19]. Stopnja podrobnosti podajanja projektnih osnov ustreza ravni stopnje obdelave strokovnih podlag.

Projektna naloga za dopolnitev Projektnih osnov v fazi pridobivanja okoljevarstvenega soglasja določa, da je potrebno pripraviti Projektne osnove za odlagališče NSRAO na lokaciji Vrbina Krško vključno s strukturo in vsebino dokumenta. POs morajo biti pripravljene v skladu z določbami ZVISJV [1], , pravilnika JV5 [1] ter Priloge 4 istega pravilnika. V okviru umeščanja in načrtovanja odlagališča NSRAO so bili že pripravljene nekateri dokumenti, ki predstavljajo osnovo za pripravo POs:

- Odlagališče NSRAO Vrbina Projektne osnove za izdelavo idejne zasnove, NSRAOVrb-IDZ/po 01/06, IBE, november 2006 [20];
- Projektne osnove v okviru Idejnega projekta, rev A, NSRAO-Vrb-IDP 01/09, IBE, julij 2009 [17];
- Odlagališče NSRAO Vrbina v občini Krško, Strokovne podlage za posebno varnostno analizo, NSRAO-Vrb-ŠV/SP (PVA) 01/061, IBE, september 2006 [21].

Zgoraj naštetih dokumentov so bili pripravljene pred sprejetjem Pravilnika JV5, ki sedaj določa vsebino in obseg POs. Zato so pripravljene POs ustrezno nadgrajene skladno z zahtevami ZVISJV, Pravilnika JV5 in razvojem projekta odlagališča.

Projektne osnove so izdelane za ključna področja projekta. Zaradi bolj sistematičnega pristopa k določevanju SSK-jev so le-ti razdeljeni glede na objekte, kot so opredeljeni v projektni dokumentaciji. Izhodišča, ki jih je potrebno upoštevati pri načrtovanju projektnih rešitev za

odlagališče NSRAO Vrbina, Krško so združene v skupine glede na stopnjo ali podlago zahtev [17]:

- I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti (ZVISJV, JV5, ...) in drugi predpisi (Zakon o graditvi objektov, Zakon o varstvu okolja, ...),
- II. Mednarodni standardi, načela in direktive (ICRP, IAEA, EU direktive,...),
- III. Priporočila in študije (smernice in priporočila URSJV, ARSO, WENRA, NRC, ...),
- IV. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji (Uredba o DPN, mnenja s projektnimi pogoji, ...),
- V. Zahteve na podlagi raziskav in analiz (terenske raziskave, študije optimizacije, analize stroškov, ...),
- VI. Zahteve investitorja na podlagi projektne dokumentacije, pogodb, ...

Posamezno skupino zahtev označujejo rimske številke, zahteve pa so oštevilčene Z arabskimi števili, tako za posamezno skupino navjamo npr.:

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

- 1) Zahteva 1
- 2) Zahteva 2
- 3)

V dokumentu so navedena le izhodišča, ki so bila znana v času nastanka dokumenta.

2.4 Seznam pomembnejših dokumentov in podlag za odlagališče NSRAO, s kratkimi opisi

Za odlagališče NSRAO so izdelani dokumenti in pridobljene podlage (tabela 1).

Tabela 1: Dokumenti in podlage za projekt odlagališča NSRAO Vrbina, Krško.

Dokument	Referenca	Kratek opis
Predprimerjalna študija	[22]	Na podlagi poziva vsem slovenskim občinam in glede na njihove odgovore in pripravljenost k sodelovanju je bilo v Predprimerjalni študiji ovrednotenih 12 lokacij v 5. občinah. Predlagane so bile tri potencialno najbolj primerne lokacije.
Gradivo za pridobitev smernic za potencialne lokacije	[23]	Za potencialne lokacije je bilo v začetku leta 2006 izdelano gradivo za pridobitev smernic. V gradivu so bile opredeljene možne variante gradnje odlagališča na posamezni lokaciji.
Študija variant	[24]	Za tehnično izbrane variante odlagališča NSRAO: Varianta B – Odlaganje v vkopane silose; Varianta D – Odlaganje v rove; in Varianta E – Površinsko odlaganje, je bila izdelana študija variant v okviru katere je bila pripravljena Celovita presoja vplivov na okolje in Posebna varnostna analiza [25]. Študija je kot najbolj optimalno predlagala Varianto B.
Začetne terenske raziskave	[26]	Za vsako potencialno lokacijo je bila predvidena izdelava začetnih terenskih raziskav.
Uredba o državnem prostorskem načrtu za	[5]	Ob koncu leta 2009 je bila sprejeta Uredba o DPN, ki je potrdila lokacijo Vrbina in koncept odlaganja v

odlagališče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov na lokaciji Vrbina v občini Krško		pripovršinske silose kot rešitev za izgradnjo odlagališča NSRAO.
Idejni projekt	[27]	Za predlagano in kasneje potrjeno varianto je bil izdelan Idejni projekt, ki je bolj podrobno opredelil predlagano varianto.
Dopolnilne začetne terenske raziskave	[28]	Za lokacijo Vrbina Krško so bile izvede dodatne začetne terenske raziskave, ki so odgovorile na vprašanja, ki so se pojavila v začetnih raziskavah in bile osnova za pripravo IDP.
Študije optimizacije	[29], [30], [31]	Glede na različna priporočila (eksperti, skupina za varnostne analize ...) so bile narejene študije optimizacije rešitve iz IDP. Glavna predlagana optimizacija je bila, da se odpadke na odlaganje pripravi v NEK.
Varnostne analize in merila sprejemljivosti	[32]	V okviru razvoja varnostnih analiz in meril sprejemljivosti, so bili pripravljeni novi modeli in opravljeni novi izračuni na podlagi podatkov iz terenskih raziskav in IDP. Predlagane so bile tudi možne optimizacije.
Investicijski program	[19]	Ob upoštevanju zmanjšanega obsega investicije zaradi izvajanja priprave na odlaganje v NEK je bil ob koncu leta 2013 izdelan investicijski program.
Sklep o potrditvi Investicijskega programa za odlagališče NSRAO Vrbina v občini Krško	[33]	Sklep odgovorne osebe investitorja o potrditvi Investicijskega programa za odlagališče NSRAO Vrbina v občini Krško, Rev.C, december 2013, ki ga je za naročnika, Agencijo za radioaktivne odpadke, Celovška cesta 182, 1000 Ljubljana, izdelal IBE d.d., svetovanje, projektiranje in inženiring, Hajdrihova 4, 1001 Ljubljana. V sklepu se potrjuje vrednost investicije, terminski plan in predvideni deleži financiranja za vsakega plačnika.
Glavne terenske raziskave	[34]	V okviru glavnih terenskih raziskav je bilo dodatno raziskano ožje področje same lokacije. Raziskave so podale osnovne projektne parametre in dodatne podatke za pripravo varnostnih analiz.
Idejne zasnove, rev C	[6]	Za potrebe izdelave Poročila o vplivih na okolje je bila izdelana Idejna zasnova odlagališča NSRAO
Projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja		Projekt je v izdelavi, tehnične rešitve bodo enake kot v IDZ rev. C.

2.5 Oznake in okrajšave

ARAO	Agencija za radioaktivne odpadke
ADR	Mednarodni predpis o prevozu nevarnega blaga po cestah
BHRNEK	Zakon o ratifikaciji Pogodbe med Vlado Republike Slovenije in Vlado Republike Hrvaške o ureditvi statusnih in drugih pravnih razmerij, povezanih z vlaganjem v Nuklearno elektrarno Krško, njenim izkoriščanjem in razgradnjo, (Uradni list RS – Mednarodne pogodbe, št. 5/03)
CSRAO	Centralno skladišče radioaktivnih odpadkov v Brinju
DLN	Državni lokacijski načrt
DPN	Državni prostorski načrt
EURATOM	Evropska skupnost za atomsko energijo; organizacija, ki koordinira raziskave in uporabo jedrske energije za miroljubne namene v državah članicah, njen pravni okvir predstavlja pogodba EURATOM
FEP	Features, Events, Processes
ICRP	Mednarodna komisija za varstvo pred sevanji
IDP	Idejni projekt odlagališča NSRAO
IDZ	Idejna zasnova odlagališča NSRAO
InvP	Investicijski program
JV5	Pravilnik o dejavnih sevalne in jedrske varnosti, Uradni list RS št. 74/2016
JV7	Pravilnik o ravnanju z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom, Uradni list RS, št. 49/2006
JV10	Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti, Uradni list RS št. 20/2007, 97/09
IAEA	Mednarodna agencija za jedrsko energijo (MAAE)
IG	Izrabljeno gorivo
KPE	Končna pakirna enota
MKVGRO	Skupna konvencija o varnosti ravnanja z izrabljenim gorivom in varnosti ravnanja z radioaktivnimi odpadki, Uradni list RS št. 7/99, MP 3/99
NEK	Nuklearna elektrarna Krško
NRC	United States Nuclear Regulatory Commission
NSRAO	Nizko- in srednje radioaktivni odpadki
PGD	Projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja
PMF	Maksimalna verjetnostna poplava
PS 1.03	Praktične smernice URSJV PS 1.03: Vsebina varnostnega poročila za odlagališče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov, izdaja 1, julij 2012

PVA	Posebna varnostna analiza
PVO	Presoja vplivov na okolje
PVP II	Priročnik vodenja projekta odlagališča
RAO	Radioaktivni odpadki
ReNEP	Resolucija o nacionalnem energetskega programu, Uradni list RS št. 57/04
ReNPRRO16–25	Resolucija o Nacionalnem programu ravnanja z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom za obdobje 2016–2025, Uradni list RS št. 31/16
SSK	Skupek konstrukcij, sistemov in komponent
SV8	Pravilnik o obveznostih izvajalca sevalne dejavnosti in imetnika vira ionizirajočih sevanj, Uradni list RS št. 13/2004
TRIGA	Raziskovalni reaktor na inštitutu "Jožef Stefan"
TTC	Tube Type Container - cevasti vsebnik, ki ga uporabljajo v NEK
URSVJ	Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost
UV1	Uredba o sevalnih dejavnostih, Uradni list RS št. 48/2004
UV2	Uredba o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih, Uradni list RS št. 49/2004
VRAO	Visoko radioaktivni odpadki
WAC	Merila sprejemljivosti
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association
ZVISJV	Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti, Uradni list RS št. 102/04-uradno prečiščeno besedilo, 70/08-ZVO-1B, 60/2011, 74/2015).
ZVO-1	Zakon o varstvu okolja, Uradni list RS, št. 39/06

2.6 Razlaga pojmov

V tem poglavju so navedeni nekateri pojmi in njihova razlaga za tiste pojme, ki so posebej vezani na projekt načrtovanja in izgradnje ter obratovanja odlagališča in ki niso posebej določeni z veljavnimi predpisi jedrske in sevalne varnosti.

Poleg navedenih oznak in okrajšav, ter spodnje razlage pojmov so v poročilu uporabljeni tudi pojmi, ki so določeni v 3. členu Zakona o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti – ZVISJV [3], 2. členu Pravilnika o dejavnih sevalne in jedrske varnosti - JV5 [1], 3. členu Pravilnika o ravnanju z RAO in IG - JV7 [10], oziroma v drugih veljavnih predpisih jedrske in sevalne varnosti.

Faze odlagališča kot jedrskega objekta so projektiranje, gradnja, poskusno obratovanje, obratovanje, prenehanje obratovanja, mirovanje, razgradnja, zaprtje odlagališča ter dolgoročni nadzor in vzdrževanje.

Faza mirovanja odlagališča je vmesna faza med obratovanjem in zaprtjem ali ponovnim obratovanjem odlagališča in je namenjena optimizaciji obratovanja odlagališča.

Geološka pregrada je ovira, ki jo zagotavlja matična kamnina, ki s svojimi izolativnimi lastnostmi preprečuje ali zavira migracijo radioaktivnih snovi iz odlagališča v okolje.

Inženirska pregrada je umetna struktura ali naprava, ki izpolnjuje varnostne funkcije. V odlagališču se kot inženirske pregrade običajno obravnavajo podsistemi in komponente kot so paketi, vsebnik, polnilo, zasipi, tesnila ter druge umetno zgrajene pregrade, ki ločijo odpadke od okolja.

Izredni dogodek je okoliščina ali dogodek, ki ni običajen in pri katerem se zmanjša sevalna ali jedrska varnost ali je zmanjšana raven varstva pred sevanji. Zaradi stanja, ki je posledica izrednega dogodka, je treba začeti takojšnje priprave ali izvajanje ukrepov za preprečitev ali odpravo posledic za zdravje in varnost ljudi ter kakovost njihovega življenja, za preprečitev posledic na premoženje in okolje ali za odpravo tveganj, ki vodijo do takih resnih posledic.

Končna pakirna enota je kombinacija odpadkov in ustrezne embalaže pripravljene, skladno z zahtevami meril sprejemljivosti, za odlaganje.

Nalepka je oznaka na paketu, ki vsebuje podatke, ki omogočajo identifikacijo paketa in njegove vsebine.

Nenormalno obratovanje je obratovanje, pri katerem pride do odstopanj, ki presegajo pričakovane obratovalne parametre, in ki se zgodi vsaj enkrat v času obratovanja objekta, vendar zaradi ustrezne konstrukcije ne povzroči škode na SSK, pomembnih za varnost, in ne vodi do nesreče.

Normalno obratovanje je obratovanje v okviru obratovalnih pogojev in omejitev.

Nesreča je odstopanje od normalnega obratovanja, ki je manj pogosto in ima težje posledice kot nenormalno obratovanje. Pri nesreči lahko pride do večje poškodbe jedrskega ali sevalnega objekta ali zmanjšanja učinkovitosti varnostnih pregrad.

Obdobja odlagališča so umeščanje v prostor, projektiranje, gradnja, poskusno obratovanje, obratovanje, razgradnja, zapiranje in obdobje po zaprtju odlagališča (dolgoročni nadzor).

Obratovalni odpadki so odpadki, ki nastajajo pri obratovanju jedrskih objektov.

Polnilo je material za zapolnitev praznih delov odlagališča (praznine med vsebniki z odpadki, dostopne in odlagalne jaške ...) po napolnitvi odlagališča z RAO. Zapolnjevanje je možno izvesti z naravnimi ali umetnimi materiali (prod, pesek, glina, pepeli, cement ...).

Predpostavljeni začetni dogodek je dogodek, ki je prepoznan kot del projektnih osnov in ki lahko sproži pričakovani obratovalni dogodek ali nesrečo.

Prehodni pojav je skupek dogajanj, s katerim posamezni sistem prehaja iz enega v drugo stabilno stanje.

Prevozni vsebnik/zabojnik je masivna posoda, namenjena transportu in/ali skladiščenju izrabljenega jedrskega goriva in drugih radioaktivnih materialov. Zagotavlja kemično, mehansko, toplotno in radiološko zaščito ter omogoča odvajanje zaostale toplote med ravnanjem, transportom ali skladiščenjem.

Priprava radioaktivnih odpadkov so postopki s katerimi se pripravijo pakirani ali nepakirani radioaktivni odpadki v obliki, ki ustreza zahtevam za prevoz, skladiščenje ali odlaganje.

Scenarij normalnega razvoja odlagališča je pričakovana degradacija stanja objekta še dolgo po njegovem zaprtju zaradi naravnih procesov ali človeških posegov, ki temelji na ekstrapolaciji sedanjih razmer v prihodnost.

Scenarij spremenjenega razvoja odlagališča so neželeni dogodki oziroma stanje po zaprtju odlagališča, povzročeni z naravnimi vzroki ali pa so človeškega, živalskega ali rastlinskega izvora, ki pospešijo dolgoročno degradacijo odlagališča in migracijo radioaktivnih snovi ter povečajo sevanje (npr. nenamerni človeški vdor, vodne in mineralne vrtine, posledice učinkov tople grede, aktivacijo prelomov, globalne zaledenitve, odpoved tesnjenja objektov, migracijo z nastalimi plini).

Stanje objekta je obratovalno stanje sevalnega ali jedrskega objekta ali stanje nesreče. Obratovalno stanje se deli na normalno obratovanje sevalnega ali jedrskega objekta, ko ni odpovedi opreme ali kršenja obratovalnih postopkov, in nenormalno obratovanje, ko pride do okvare ali kršenja postopkov, vendar jedrska in sevalna varnost nista ogroženi. Med stanjem nesreče pride do ogrožanja jedrske in sevalne varnosti.

SSK je kratica, ki označuje skupek sestavnih delov, sistemov in konstrukcij. Konstrukcije so pasivni deli, kakršni so zgradbe in ščiti. Sistem tvori več sestavnih delov, ki so sestavljeni tako, da opravljajo določeno (aktivno) nalogo. Med SSK se uvršča tudi programska oprema za instrumentacijo in regulacijo. Če je objekt skladišče ali odlagališče radioaktivnih odpadkov, se med SSK uvrščajo tudi paketi radioaktivnih odpadkov.

Varnostna pregrada je fizična prepreka, ki ovira ali preprečuje gibanje ljudi, radioaktivnih snovi oziroma drugih pojavov (npr. ogenj, voda, izstrelki opreme) ali ščiti pred ionizirajočim sevanjem v sevalnem ali jedrskem objektu.

Varnostna klasifikacija je razvrščanje SSK glede na zahtevane varnostne funkcije za zagotovitev jedrske varnosti in razvrščanje v varnostne razrede varnostnih SSK glede na njihovo pomembnost za jedrsko varnost.

Zabojnik za odpadke je posoda, v katero shranimo odpadke za skladiščenje, transport in/ali odlaganje. Prav tako predstavlja pregrado, ki preprečuje širjenje radionuklidov v okolje.

2.7 Dokumentiranje, vodenje kakovosti

Projektne osnove sevalnega ali jedrskega objekta morajo biti razumljivo in sistematično določene in dokumentirane.. Skladno z zahtevami 19. člena JV5 [1] bo ARAO kot upravljavec bodočega jedrskega objekta odlagališča NSRAO Vrbina, Krško redno preverjal izdelane projektne osnove objekta in izvedel njihovo posodobitev ne le kot del vsakega občasnega varnostnega pregleda, ampak po potrebi še po pridobitvi gradbenega dovoljenja, med gradnjo, v celotni obratovalni dobi, med morebitno fazo mirovanja, med razgradnjo in zapiranjem ter . tudi med dolgoročnim nadzorom po zaprtju odlagališča.

Projektne osnove so pripravljene v obliki in z vsebino, kot jo določa Pravilnik JV 5 [1] in ostala relevantna dokumentacija (zakonodaja, mednarodne smernice, mednarodna dobra praksa...).

Dokument je skladno s PVP II [35] recenziran. Recenzija dokumenta je izvedena v skladu z Navodili za delo recenzijske skupine [36].

Skladno z zahtevo iz 40. člena JV5 [1] je za Projektne osnove potrebno pridobiti strokovno mnenje pooblaščenega izvedenca za jedrsko in sevalno varnost.

3 KONCEPT ODLAGANJA

Koncept odlaganja NSRAO na lokaciji Vrbina Krško se je pričel razvijati z identifikacijo lokacije Vrbina Krško, kot primerne za izgradnjo odlagališča NSRAO [22]. Razvoj koncepta lahko nato sledimo preko gradiva za pridobitev smernic [23] in Idejne zasnove [37], do Idejnega projekta [27]. Koncept odlaganja je skladen tudi z mednarodnimi smernicami za izgradnjo pripovršinskih odlagališč NSRAO [38].

Osnovni koncept odlaganja NSRAO na lokaciji Vrbina je odlaganje ustrezno pripravljenih in zapakiranih radioaktivnih odpadkov v odlagalne enote, ki se nahajajo pod nivojem podtalnice na sami lokaciji. Odlaganje se izvaja s površine. Odlagališče je skladno s priporočili IAEA prepoznano kot pripovršinsko. Pri načrtovanju se upošteva več funkcijski oz. več barierni pristop, kjer je zadnja pregrada sama geologija lokacije.

Na vhodnem delu odlagališča je urejen uvoz z Vrbinske ceste, parkirišča za zaposlene in obiskovalce ter zelene in druge odprte površine (slika 3-1).

Ožje območje odlagališča je namenjeno upravno-servisnim dejavnostim, sprejemu odpadkov, odlaganju odpadkov in zagotavljanju fizične varnosti odlagališča. Ožje območje odlagališča je ograjeno z varovalno ograjo in fizično varovano. Objekti na ožjem območju odlagališča so zgrajeni na enotnem protipoplavnem platoju na koti 155,20 m n. m. (slika 3-1).

V upravno-servisnem delu ožjega območja odlagališča je umeščen upravno-servisni objekt, ki je namenjen dejavnostim vodenja odlagališča ter s tem povezanim servisnim in administrativnim dejavnostim ter dejavnostim kontrole vstopa na odlagališče in fizičnemu varovanju odlagališča, kot tudi energetskim dejavnostim, preskrbi s požarno vodo, zbiranju komunalnih odpadkov, skladiščenju rezervnih delov in geoloških vzorcev (jeder) in delavnici. Jedro ožjega območja odlagališča tvorijo tehnološki objekt in odlagalni silos s halo. Tehnološki objekt je namenjen začasnemu skladiščenju in sanaciji morebiti poškodovanih zabojnikov odpadkov, meritvam, nadzoru nad tehnološkimi postopki ter preostalim potrebnim tehnološkim in servisnim funkcijam odlagališča kot tudi funkcijam za zagotavljanje jedrske in sevalne varnosti. Proste površine odlagališča se urejajo z zasaditvijo drevnine, tako da se vzpostavi zelena bariera iz avtohtonega drevja med odlagališčem in okolico. Del prostih površin odlagališča se nameni gradbiščnim objektom in ureditvam v času gradnje.

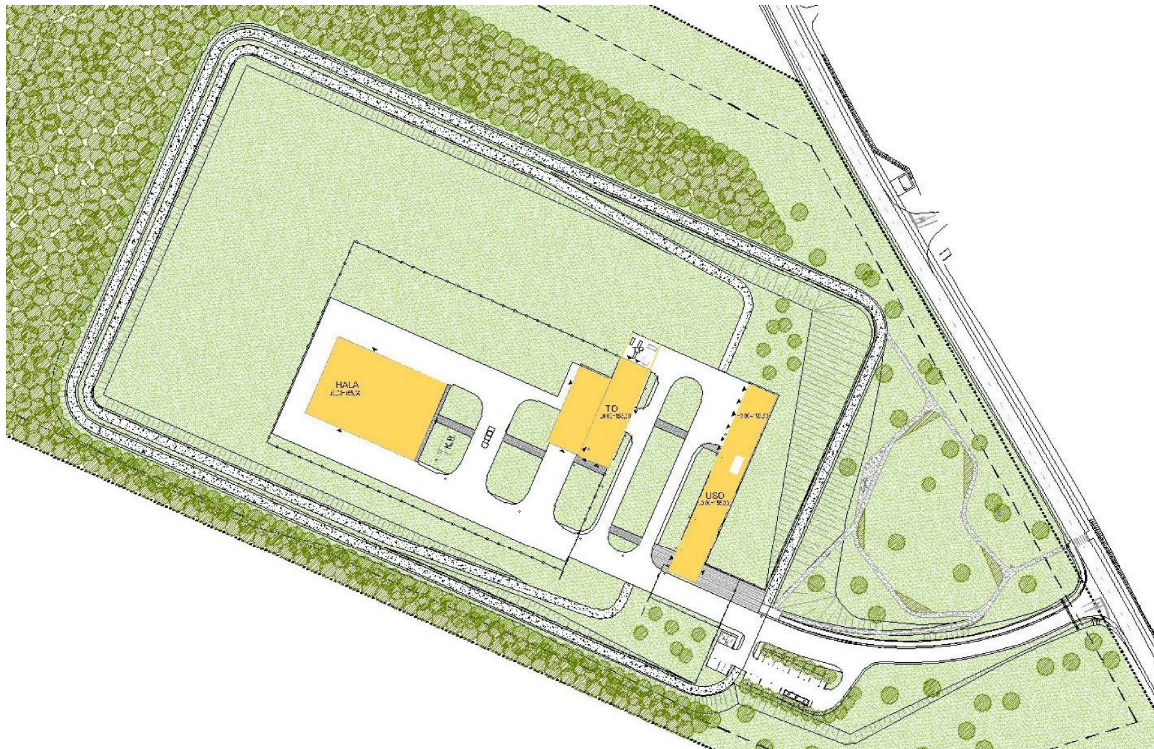
ReNPRRO16–25 [5] v poglavju 4.4. in Investicijski program [19] določata, da se po osnovnem scenariju, če ne bo dogovora z Republiko Hrvaško o skupnem odlaganju, v odlagališče v Vrbini odloži polovica vseh NSRAO iz NEK in še NSRAO iz CSRAO v Brinju, NSRAO iz razgradnje CSRAO ter reaktorja TRIGA Mark II ter NSRAO, ki bodo nastali pri delovanju in zapiranju odlagališča. Za scenarij odložitve slovenske polovice odpadkov iz NEK in vseh drugih NSRAO odpadkov nastalih v Sloveniji je predvidena izgradnja enega silosa. Če bo dosežen dogovor z Republiko Hrvaško v skladu z meddržavno pogodbo BHRNEK, se v skladu z razširjenim scenarijem v odlagališče v Vrbini odložijo vsi NSRAO iz NEK skupaj z NSRAO iz CSRAO v Brinju, NSRAO iz razgradnje CSRAO ter reaktorja TRIGA Mark II ter NSRAO, ki bodo nastali pri delovanju in zapiranju odlagališča. V primeru razširjenega scenarija je za odložitev celotne količine odpadkov iz NEK, ter vseh drugih NSRAO odpadkov nastalih v Sloveniji predvidena izgradnja dveh silosov.

Predlagana rešitev na lokaciji Vrbina omogoča na obstoječi lokaciji v primeru dogovora z Republiko Hrvaško o skupnem odlaganju (razširjeni scenarij) razširitev odlagalnih zmogljivosti za odložitev vseh NSRAO iz NEK skupaj z NSRAO iz CSRAO v Brinju, NSRAO iz razgradnje

CSRAO ter reaktorja TRIGA Mark II ter NSRAO, ki bodo nastali pri delovanju in zapiranju odlagališča z izgradnjo dodatnega odlagalnega silosa. Potencialno območje za širitev je v SZ delu lokacije.

Po osnovnem scenariju je predvidena triletna gradnja odlagališča po pridobitvi gradbenega dovoljenja, ko bo zgrajen en odlagalni silos, vsi tehnološki in drugi objekti ter pripadajoča infrastruktura. Nato se bo začelo dveletno poskusno obratovanje, ko bo pridobljeno dovoljenje za poskusno obratovanje, ki je pogoj za sprejem radioaktivnih odpadkov. Ob koncu dveletnega poskusnega obratovanja bo pridobljeno uporabno dovoljenje in na podlagi tega dovoljenje za obratovanje. Odlagališče bo začelo predvidoma redno obratovati v letu 2022 in nato vse do leta 2025, ko bodo odloženi vsi »slovenski« obratovalni odpadki, tako da bo odlagališče leta 2025 prešlo v fazo mirovanja do ponovnega obratovanja v letu 2050. Med ponovnim obratovanjem bodo v odlagališče odloženi preostali »slovenski« obratovalni odpadki, ki bodo nastajali v NEK, in tudi odpadki, ki bodo nastajali med razgradnjo NEK do leta 2061. Po odložitvi vseh odpadkov in razgradnji odlagališča (2061) se silos in celotno odlagališče 2062 zapreta ter se začneta izvajati dolgoročni nadzor in vzdrževanje odlagališča [4] [6].

Po razširjenem scenariju odlagališča je predvidena dinamika izgradnje, poskusnega in rednega obratovanja enaka vendar z razliko, da odlagališče obratuje 3 leta dlje in nato leta 2028 preide v fazo mirovanja. Gradnja drugega silosa je predvidena v letih 2049 in 2050, ko bo odlagališče ponovno pripravljeno na sprejem in odlaganje NSRAO do 2061. Po odložitvi vseh odpadkov in razgradnji odlagališča (2061) se silosa in celotno odlagališče 2062 zapreta ter se začneta izvajati dolgoročni nadzor in vzdrževanje odlagališča [4] [19].

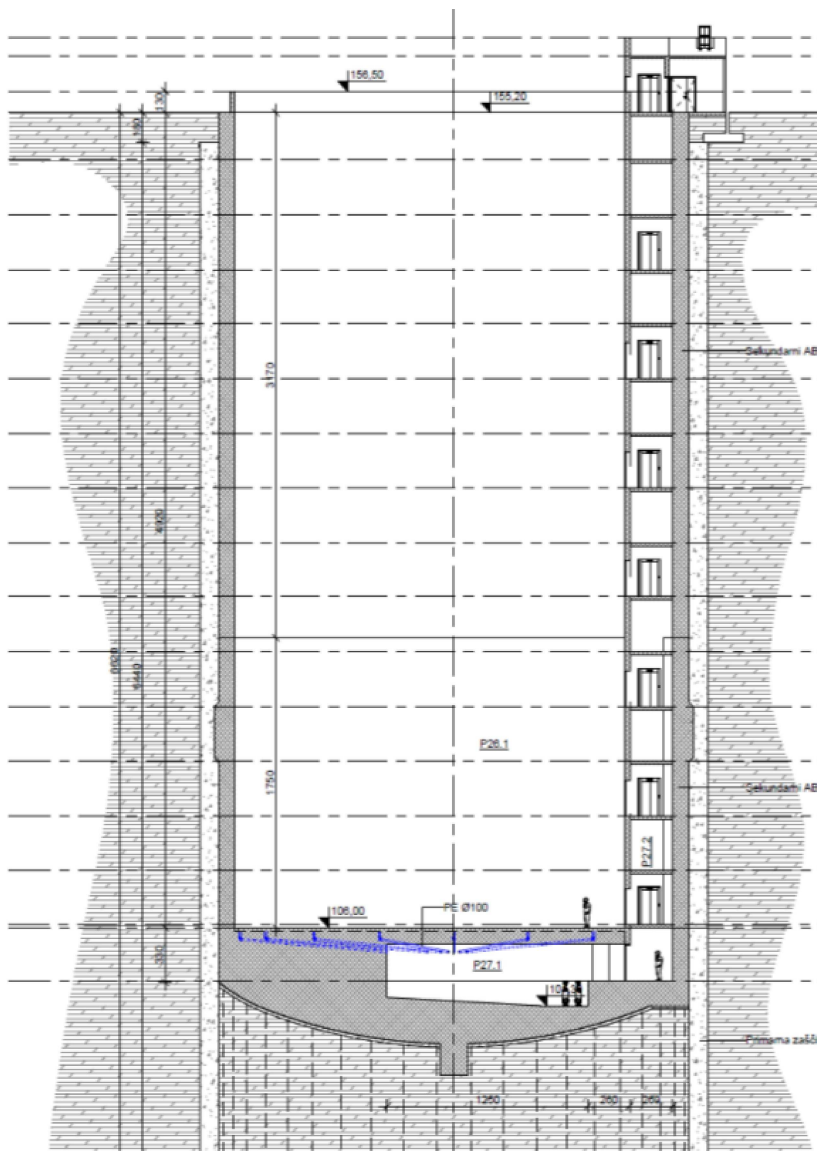


Slika 3-1: Grafični prikaz situacije odlagališča in razmestitve objektov.

Odlagališče bo opremljeno s tehnološkimi sistemi in napravami, ki so po tehnični plati nujno potrebni za odlaganje že pripravljenih odlagalnih zabojnikov. Skladno z IDP [27] in študijo

optimizacije [31] se vse NSRAO, ki izpolnjujejo merila sprejemljivosti [32] za odlaganje na načrtovanem odlagališču NSRAO, pripravi na odlaganje v NEK. Pripravo vseh NSRAO na odlaganje v NEK, ki poskrbi tudi za prevoz zabojnikov, pripravljenih za odlaganje, do odlagališča določa še ReNPRRO16-25 [4] in omogoča ZVISJV [3], ki v 95. členu upravljavcu jedrskega objekta dopušča skladiščenje in obdelavo radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva za potrebe izvajalca obvezne državne gospodarske javne službe ravnanja z radioaktivnimi odpadki, če za tako ravnanje pridobi dovoljenje organa, pristojnega za jedrsko varnost. Za pripravo na odlaganje se uporabljajo odlagalni zabojniki, ki omogočajo razmeroma enostaven prevoz in ravnanje z njimi. Optimizirana zasnova odlagališča omogoča širitev odlagališča tako glede odlagalne zmogljivosti kot tudi glede zmogljivosti tehnoloških sistemov in naprav [4].

Po transportu zabojnikov do odlagališča se še enkrat preveri (ne-destruktivno) skladnost z merili sprejemljivosti. Sprejete zabojnike se nato odloži v odlagalne enote. To so s površine izkopani armirani betonski silosi. Prerez odlagalnega silosa je predstavljen na Slika .

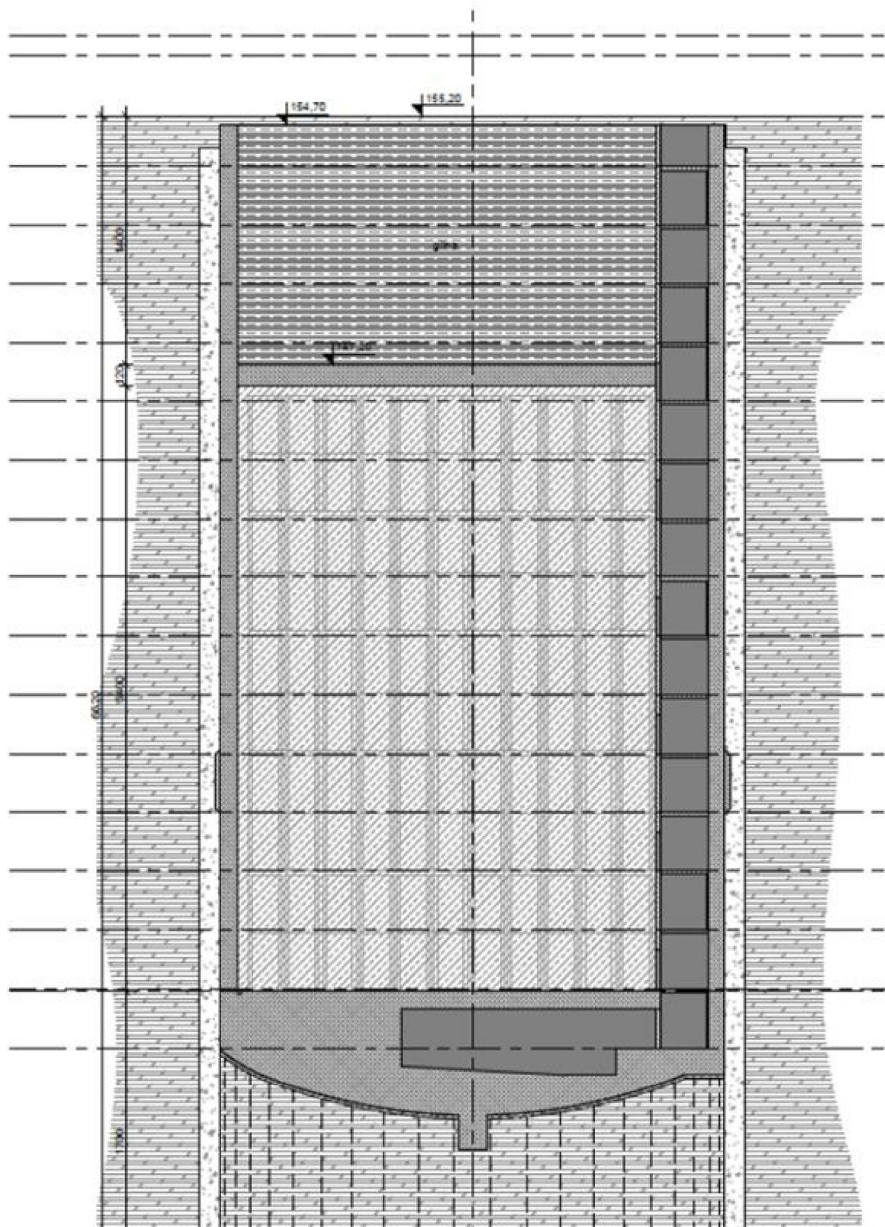


Slika 3-2: Shematsko prikazan odlagalni silos (povzet po IDZ, rev.C)

V silos se zabojnike vstavlja z vrha s pomočjo portalnega žerjava. Žerjav bo možno upravljati iz kontrolne sobe v tehnološkem objektu ali pa lokalno s pomočjo lokalnega tabloja. Za pomoč pri delu z dvigalom in zlasti pri pozicioniranju zabojnikov v odlagalnem silosu bo na dvigalu, na silosu in na konstrukciji objekta nameščenih več kamer. V vsak silos je možno odložiti 990 zabojnikov; po 99 zabojnikov v vsakega od 10 odlagalnih slojev. Odlagalni zabojniki bodo v silos zloženi eden poleg drugega ter eden vrh drugega. Pri tem je predpostavljeno, da bo pri tem nastala med stenami zabojnikov reža širine 20 cm. Na vsaka dva odložena sloja se bo izvajalo polnjenje praznin med zabojniki in izdelava izravnalnega sloja.

Zaradi ščitenja odlagališča pred poplavami so vsi, za jedrsko varnost pomembni objekti, grajeni na nasipu, ki posamezne objekte ščiti pred poplavami z ustrezno povratno dobo (glej poglavje opis SSK). V silos se odpadke v betonskih zabojnikih (končnih pakirnih enotah) odlaga s pomočjo mostnega dvigala. Vmesne prostore med končnimi pakirnimi enotami in silosom se zapolni z ustreznim materialom. V okviru odlagalnega sistema deluje tudi drenažni sistem, ki med samim obratovanjem zbira vodo, ki lahko pronica v silos, vodo se nato kontrolirano odvaja in s tem ohranja odlagalno enoto suho med obratovanjem.

Ko se odlagalne kapacitete silosa zapolnijo, se silos zapre. Koncept zapiranja polnega silosa prikazuje naslednja slika.



Slika 3-3: Koncept zaprtja silosa po koncu obratovanja (IDZ, rev.C)

Silos je potrebno zapreti tako, da se ga čim bolj loči od plasti, v kateri se nahaja podtalnica na lokaciji in s tem prepreči oziroma upočasni širjenje potencialne kontaminacije z radionuklidi. To se izvede s kombinacijo pregrad (beton, glina, lokalni naravni materiali - prod) kot je prikazano na Slika -3.

Predvideno je, da se po zaprtju silosa ustrezno zapre tudi drenažni sistem. Zaprt silos mora predstavljati čim bolj monolitno strukturo z ustreznim razmerjem neprepustnosti za vodo (fizikalna pregrada) in prepustnosti za pline, ki bodo nastajali v odlagališču [39] ter sposobnostjo zadrževanja radionuklidov (kemična pregrada). Vse umetne pregrade morajo biti načrtovane tako, da opravljajo svoje varnostne funkcije, določene v poročilu System Description and Safety functions Report, Rev. 2 [40] in funkcionalni analizi [41] in povzetih v 4. poglavju teh Projektnih osnov.

4 SPLOŠNI PROJEKTNI KRITERIJI IN NAČELA

4.1 Izbrana projektna načela

Osnovna projektna načela za odlagališče NSRAO morajo slediti priporočilom v dokumentu Fundamental safety Principles [42], ki jih povzema tudi Resolucija o jedrski in sevalni varnosti [7] in Resolucija o nacionalnem programu [4]:

Cilj 1: Zaščititi ljudi in okolje pred nepotrebnimi škodljivimi učinki ionizirajočih sevanj zaradi postopkov ravnanja z RAO in IG, njihovega shranjevanja, skladiščenja in odlaganja v vseh fazah njihovega obstoja.

Cilj 2: Podpirati in omogočati izvajanje sevalnih dejavnosti in uporabo virov ionizirajočega sevanja tako za pridobivanje energije kot za podporo in krepitev industrije, raziskav, medicine in drugih institucionalnih dejavnosti v skladu z načeli te resolucije ter v okviru veljavnih predpisov Republike Slovenije in mednarodnih smernic ter standardov.

Cilj 3: V skladu z veljavnim nacionalnim okvirom in pod predpisanim nadzorom pristojnega upravnega organa redno sistematično in na preverljiv način ocenjevati, preverjati ter do razumno dosegljive mere nenehno izboljševati varnost in učinkovitost objektov ali dejavnosti za ravnanje z RAO in IG.

Cilj 4: Zagotavljati in ohranяти ustrezne finančne in človeške vire, potrebne za izpolnitev obveznosti v zvezi z varnim ravnanjem z RAO in IG.

Cilj 5: Preprečevati nesreče z radiološkimi posledicami in ublažiti njihove posledice, če bi do njih prišlo, v kateri koli fazi ravnanja z RAO in IG.

Upoštevati je potrebno tudi načela ravnanja z RAO in IG [4], ki so:

- odgovornost za varnost
- vloga državne uprave
- vodenje in upravljanje v zvezi z varnostjo
- upravičenost objektov in dejavnosti
- optimizacija varstva
- omejitev tveganja posameznikov
- zaščita sedanjih in prihodnjih generacij
- preprečevanje nesreč
- pripravljenost in odziv ob izrednem dogodku
- zaščitni ukrepi za zmanjšanje tveganja za obstoječa tveganja za sevanja in sevanja, ki niso pod upravnim nadzorom.

Poleg zgornjih splošnih načel jedrske in sevalne varnosti pa mora ravnanje z RAO in IG potekati tako, da so zagotovljeni:

Varstvo zdravja ljudi

Ravnanje z RAO in IG mora potekati tako, da zagotavlja sprejemljivo raven varovanja zdravja ljudi.

Varstvo okolja

Ravnanje z RAO in IG mora potekati tako, da zagotavlja sprejemljive stopnje varovanja okolja.

Preprečevanje čezmejnih vplivov

Ravnanje z RAO in IG mora potekati tako, da zagotavlja, da se bodo upoštevali tudi mogoči učinki na zdravje ljudi in okolje, ki presegajo državne meje.

Zaščita prihodnjih generacij

Ravnanje z RAO in IG mora potekati tako, da predvideni vplivi na zdravje prihodnjih generacij ne bodo večji od vplivov, ki so sprejemljivi danes.

Prenašanje bremen prihodnjim generacijam

Ravnanje z RAO in IG mora potekati tako, da se izogne prelaganju bremen na prihodnje generacije.

Notranji pravni okvir

Ravnanje z RAO in IG mora potekati v skladu z notranjim pravnim redom, vključno z jasno razdelitvijo odgovornosti med posameznimi deležniki. Notranji pravni okvir je treba redno prilagajati najnovejšim izsledkom raziskav, razvoju tehnologij ter najboljših praks in izkušenj.

Nadzor nad nastajanjem radioaktivnih odpadkov

Nastajanje RAO in IG je treba ohranjati na najnižji praktično dosegljivi meri, ki je razumno izvedljiva tako v smislu dejavnosti kot količine, z različnimi ukrepi in postopki načrtovanja, npr. s predelavo in ponovno uporabo snovi.

Soodvisnost ravnanja in nastajanja RAO in IG

Pri nastajanju RAO in IG ter ravnanju z njimi se upošteva medsebojno odvisnost med različnimi fazami ravnanja z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom.

Varnost objektov za ravnanje z RAO in IG

Za zmanjšanje stopnje odvisnosti od aktivnih varnostnih funkcij mora biti v vsaki fazi obratovanja in vsej življenjski dobi objektov za ravnanje z RAO in IG zagotovljena ustrezna dolgoročna varnost z uporabo pasivnih varnostnih funkcij.

Načelo strokovnosti

Odločanje in ukrepanje temeljita na najnovejših izsledkih domačih in tujih raziskav, najnovejših tehnologij, najboljših praks in obratovalnih izkušenj.

Načelo povzročitelj plača

Za varnost ravnanja z RAO in IG je primarno odgovoren imetnik dovoljenja za izvajanje sevalne dejavnosti. Stroške ravnanja z RAO in IG plača povzročitelj oziroma njihov imetnik, če jih je od povzročitelja prevzel ali drugače pridobil. Če povzročitelj RAO ali IG ni znan ali ga ni več in tudi nima pravnega naslednika, odgovornost za ravnanje z RAO ali IG prevzame država.

Načelo stopenjskega pristopa

Ukrepi za zagotavljanje varnosti ravnanja z RAO in IG se izvajajo stopenjsko. Dokumentacija o postopku odločanja, ki se nanaša na vidike varnosti, mora biti sorazmerna s stopnjami tveganja in mora biti podlaga za odločanje o ravnanju RAO in IG.

Vnos in iznos, uvoz in izvoz RAO in IG

Za vnos iz držav članic Evropske unije iznos v države članice Evropske unije, uvoz v Slovenijo in izvoz iz nje veljajo omejitve in zahteve, določene z notranjo zakonodajo in zakonodajo Evropske unije ter mednarodnimi oziroma dvostranskimi pogodbami.

Raziskave in razvoj metod za ravnanje z RAO in IG

Za izboljšanje varnega ravnanja z RAO in IG je treba uporabiti izsledke znanstvenih raziskav in tehnološkega razvoja. Raziskovalna in razvojna strategija Republike Slovenije na področju ravnanja z RAO in IG naj bo usmerjena v novo tehnološko znanje in sodelovanje z mednarodno raziskovalno skupnostjo.

Načelo mednarodnega sodelovanja

Država Slovenija se zaveda, da si na regionalni in mednarodni ravni skupaj z drugimi državami deli odgovornost in priložnost za varno in trajno reševanje vprašanj, povezanih z ravnanjem z RAO in IG. Pri svojih ukrepih mora upoštevati načela, sprejeta v tej politiki, ter načela večstranskih in dvostranskih sporazumov. Nacionalna odgovornost za ravnanje z RAO in IG se upošteva hkrati z dejavnim sodelovanjem pri mednarodnih in regionalnih prizadevanjih za napredek pri skupnih regionalnih programih odlaganja.

Načelo zagotavljanja strokovne podpore in usposobljenosti delavcev

Za varno ravnanje z RAO in IG je treba zagotavljati primerne človeške vire, vključno s potrebnimi sredstvi za izobraževanje ter raziskave in razvoj.

Načelo skupne rešitve

Slovenija se zaveda odgovornosti za ravnanje z RAO in IG ter njihovo odlaganje in si bo v skladu z meddržavno pogodbo BHRNEK prizadevala, da se zagotovi učinkovita skupna rešitev za razgradnjo in odlaganje RAO in IG iz NEK.

Pri projektiranju je potrebno smiselno upoštevati tudi priporočila ICRP (International Commission on Radiological Protection) [43], priporočila iz IAEA dokumenta Disposal of Radioactive Waste [44] ter priporočila WENRA Radioactive Waste Disposal Facilities Safety Reference Levels [45].

Načrtovano odlagališče NSRAO mora zadostovati tudi naslednjim osnovnim kriterijem:

- odlagališče je namenjeno odlaganju nizko in srednje radioaktivnih odpadkov,
- odlagališče mora v najboljši možni meri izolirati odpadke od biosfere in zmanjšati možnost, ter posledice, nenamernega človekovega vdora,
- odlagališče mora omejevati, zmanjšati in upočasnjevati migracijo radionuklidov v biosfero,
- odlagališče in koncept odlaganja, morajo zagotavljati, da je količina radionuklidov, ki lahko doseže biosfero vseskozi taka, da je vpliv na okolje in človeka sprejemljiv (pod dopustnimi mejami).

Pri tem je potrebno vse kriterije in načela obravnavati s stopenjskim pristopom.

Stopenjski pristop v skladu z JV5 [1] pomeni, da so procesi za zagotovitev ustrezne ravni analiz, dokumentacije in ukrepov sorazmerni s:

- pomembnostjo za varnost, nadzor nad jedrskimi snovmi in za fizično varovanje,
- velikostjo možnih nevarnosti,
- fazo v življenjski dobi objekta,
- načinom uporabe oziroma namembnostjo objekta,
- značilnimi lastnostmi objekta,
- pomembnostjo sevalnih in nesevalnih nevarnosti in drugimi ustreznimi dejavniki.

V dokumentu uporabljen stopenjski pristop pomeni, da se pomembnim značilnostim posveti večja pozornost (npr. se podrobneje oziroma izdatneje projektirajo ali opišejo) in manj pomembnim značilnostim manj pozornosti (npr. se projektirajo ali opišejo manj podrobno). Zaradi uporabe načela stopenjskega pristopa za projektiranje odlagališča NSRAO, ki je jedrski objekt, a njegova varnost temelji večinoma na pasivnih varnostnih funkcijah, so zahteve podane tako, da se varnostne funkcije in sistemi oziroma pregrade za preprečevanje širjenja radioaktivnosti v okolje projektirajo in uporabijo na način, v katerih bi morebitna nesreča povzročila manjše ali neznatne posledice za okolje in ljudi.

Varnost odlagališča je potrebno prikazati s pripravo Varnostnih analiz [46], [38], ki so povzete v Varnostnem poročilu kot izhaja iz Praktičnih smernic PS 1.03 [2].

Skladno z zahtevo 3. člena pravilnika JV5 [1] je potrebno pri projektiranju sevalnega ali jedrskega objekta odlagališča NSRAO upoštevati naslednja načela (v oklepaju je pojasnjena aplikacija načel na objekt odlagališča NSRAO):

- načelo obrambe v globino, (večpregradni sistem – več SSK-jev opravlja enako funkcijo, uporabljenih je več funkcij za doseganje varnosti),
- načelo enojne odpovedi, (v okviru varnostnih analiz se obravnava scenarij zgodnje porušitve vseh inženirskih pregrad),
- načelo neodvisnosti, (posamezni SSK-ji so fizično ločeni),
- načelo raznovrstnosti, (enako varnostno funkcijo opravljajo različni SSK-ji),
- načelo redundance, (dokazano preko varnostnih analiz – scenarij popolna odpoved inženirskih barier)
- načelo varne odpovedi, (vsi SSK ji so projektirani na način, da kljub njihovi odpovedi ne predstavljajo nevarnosti za sam objekt)
- načelo preverjenih komponent (uporablja se mednarodno preizkušene prakse in dognanja) in
- načelo stopenjskega pristopa (stopenjski pristop se upošteva skladno z mednarodno dobro prakso in priporočili).

Skladno z zahtevami 7. in 8. člena pravilnika JV5 [1] je potrebno, skladno s stopenjskim pristopom, za odlagališče NSRAO zagotavljati:

- zadrževanje radioaktivnih snovi v trdni in tekoči obliki v vseh stanjih objekta tudi med scenarijem normalnega razvoja,
- SSK morajo biti projektirani tako, da preprečujejo nastanek projektnih dogodkov oziroma da blažijo posledice nesreče,
- pri določitvi zahtev za neodvisnost, podvojenost in raznovrstnost SSK je treba upoštevati možnost okvar s skupnim vzrokom.

4.2 Splošne projektne osnove

Skladno s 4. členom pravilnika JV5 [1] je za odlagališče NSRAO potrebno upoštevati naslednje splošne projektne osnove.

V projektnih osnovah je potrebno:

- izbrati pričakovane obratovalne dogodke in projektne dogodke izmed vseh predpostavljenih začetnih dogodkov v skladu z drugim odstavkom 11. člena tega pravilnika, ki bi lahko vplivali na varnost sevalnega ali jedrskega objekta in katerih verjetnost nastanka ni zanemarljivo nizka;
- zagotoviti, da bodo spoštovana varnostna določila iz varnostnega poročila, upoštevajoč vse faze objekta: projektiranje, gradnjo, poskusno obratovanje, obratovanje, prenehanje obratovanja, mirovanje, razgradnjo, zaprtje odlagališč oziroma zaključek morebitnih rudarskih del, v primeru dolgoročnega nadzora odlagališč pa mora to zagotoviti izvajalec dolgoročnega nadzora;
- za objekt dokazati, da so uporabljeni projektni standardi in materiali primerni za zagotavljanje varnega obratovanja, upoštevajoč predvideno obratovalno dobo objekta oziroma, če je objekt odlagališče, tudi čas po njegovem zaprtju, dokler mora odlagališče opravljati izolativno funkcijo;
- upoštevati staranje SSK in zagotavljanje izvajanja varnostnih funkcij v vsej obratovalni dobi oziroma, če je objekt odlagališče, tudi v času po njegovem zaprtju ter predvideti ukrepe za njihovo vzdrževanje, preizkušanje in preglede;
- s projektnimi rešitvami v vseh stanjih objekta (vključno z razgradnjo) zagotoviti čim manjšo količino in aktivnost radioaktivnih odpadkov;
- zagotoviti, da doze sevanja prebivalstva in delavcev (individualne in skupinske) ter vplivi na okolje v vseh stanjih objekta (vključno z razgradnjo) ne presegajo predpisanih meja in so tako majhni, da je to smiselno mogoče izvesti;
- zagotoviti zaščito pred radiološkimi posledicami objekta v takem obsegu, da zdravje ali življenje nobenega prebivalca ni izpostavljeno bistveno večjemu tveganju, kakor bi bilo, če ne bi bilo objekta;
- z upoštevanjem načela obrambe v globino zagotoviti več ravni obrambe, vključno z nizom fizičnih pregrad za preprečitev in, če je preprečitev neuspešna, omilitev nenadzorovanih izpustov radioaktivnih snovi v okolje, ter s kombinacijo varnostnih funkcij zagotoviti visoko učinkovitost pregrad;
- zagotoviti, da se prepreči ogroženost celovitosti posamezne fizične pregrade;
- zagotoviti, da ne bo odpovedala posamezna fizična pregrada med izvajanjem svoje funkcije;
- zagotoviti, da ne bo porušena fizična pregrada zaradi posledic porušitve druge fizične pregrade;
- zagotoviti, da nadzorni in opozorilni sistemi ustrezajo obratovalnim potrebam objekta ter obratovalnemu osebju omogočajo dobro razumevanje in učinkovit odziv ob projektnih dogodkih in nesrečah;
- zagotoviti, da projektne osnove vsebujejo zahteve o požarni varnosti, pripravljene na podlagi analize požarne nevarnosti in ob uporabi načela obrambe v globino;
- če je objekt odlagališče radioaktivnih odpadkov, zagotoviti, da v skladu s scenarijem normalnega razvoja obremenitev okolja z radioaktivnimi snovmi in sevanjem ne presega predpisanih obremenitev.

Pripravljene Projektne osnove so priravljene za postopek pridobitve okoljevarstvenega soglasja oziroma postopek pridobitve predhodnega soglasja o jedrski in sevalni varnosti.

4.3 Pasivne in aktivne varnostne funkcije

Šesti člen pravilnika JV5 [1] navaja:

- da je zaželeno, da se pri projektiranju jedrskega ali sevalnega objekta uporablja pasivne varnostne funkcije, saj se s tem zmanjša stopnja odvisnosti od aktivnih varnostnih funkcij, nadzora in človeškega posredovanja za zagotavljanje varnosti,

- pri projektiranju odlagališča radioaktivnih odpadkov ali izrabljenega goriva se mora zagotoviti varnost po zaprtju in obdobju dolgoročnega nadzora izključno pasivno.

Odlagališče NSRAO je zasnovano tako, da vključuje čim več pasivnih varnostnih funkcij, kar vpliva tudi na zagotavljanje robustnosti jedrskega objekta. Varnost po zaprtju in obdobju dolgoročnega nadzora bo zagotovljena izključno pasivno [40]. Varnostne funkcije so opredeljene v naslednjem podpoglavju.

Skladno s 4. členom pravilnika JV 5 [1] lahko definiramo kot pasivne varnostne funkcije tiste, ki so zagotovljene samodejno ali s pasivnimi sredstvi, podobno jih definirajo tudi IAEA priporočila [44].

4.4 Varnostne funkcije

V nadaljevanju so povzete varnostne funkcije in zahteve, ki izhajajo iz njih. Povzete so po dokumentih v okviru izdelave varnostnih analiz [40].

Skladno z 67. točko 2. člena JV5 [1] je varnostna funkcija »učinek, ki mora biti dosežen, ali delo, ki mora biti opravljeno za zagotovitev sevalne oziroma jedrske varnosti«.

Vse varnostne funkcije, glede dolgoročne jedrske in sevalne varnosti, so razvrščene v 5 osnovnih tipov. Ti so:

- **P (physical containment) - fizično zadrževanje**, preprečevanje migracije radionuklidov s fizičnimi pregradami,
- **C (chemical containment) - kemično zadrževanje**, preprečevanje migracije radionuklidov s kemičnimi pregradami, z uporabo sorbcije in meje topnosti,
- **H (hydrological) - hidrološki tip**; predstavljajo naravne in umetne pregrade, ki zmanjšujejo pretok podzemne vode skozi odlagališče,
- **I (intrusion) - vdor**; predstavljajo naravne in umetne pregrade, ki zmanjšujejo verjetnost ali vpliv vdora človeka v odlagališče,
- **S (structural stability) strukturna stabilnost**; uporaba, predvsem betonskih pregrad, za zagotavljanje strukture - geometrije odlagališča,

Dodatno so opredeljene še varnostne funkcije, ki izhajajo predvsem iz obratovalne, jedrske in sevalne varnosti. To so:

- **Š (shielding) ščitenje**; predstavljajo pregrade, ki ščitijo pred sevanjem, ki izhaja iz radioaktivnih odpadkov,
- **V (varovanje)**; predstavlja fizično in tehnično varovanje, ki preprečuje nenameren dostop do odpadkov in poskus zlonamernih dejanj v povezavi z radioaktivnimi odpadki,
- **Su (supporting) podporna funkcija**, to ni prava varnostna funkcija, vendar SSK s to funkcijo omogoča izvedbo ostalih SSK-jev, ki opravljajo prave varnostne funkcije, pod podporne funkcije spadajo tudi postopki in navodila, ki so pripravljene za delovanje SSK.

Varnostne funkcije, ki jih morajo opravljati posamezni SSK ji, so definirane v poglavju 10. kjer je navedena tudi razvrstitev varnostnih funkcij pomembnih za jedrsko in sevalno varnost na pasivne in aktivne.

5 OSNOVNI PODATKI O NSRAO

Ionizirajoče sevanje je škodljivo za živa bitja, zato moramo z radioaktivnimi odpadki ravnati tako, da preprečimo čezmerno obsevanje ljudi in okolja. Poskrbeti moramo, da radioaktivni odpadki ne povzročajo neposrednega obsevanja in preprečiti onesnaženje okolja z radionuklidi.

Individualna in kolektivna zaščita ljudi in okolja, kot osnovni cilj ravnanja z RAO in IG, se nanaša na vse objekte in dejavnosti, ter na vse faze delovanja jedrskega ali sevalnega objekta ali vira sevanja, vključno z načrtovanjem, izbiro lokacije, projektiranjem, gradnjo, obratovanjem, mirovanjem med obratovanjem, razgradnjo in zaprtjem ter dolgoročnim nadzorom in vzdrževanjem, če gre za odlagališče. Prav tako mora biti zajet tudi prevoz RAO in IG[4].

Za doseg osnovnega cilja ravnanja z RAO in IG se uporablja varno ravnanje, shranjevanje, skladiščenje vseh radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva v vseh fazah njihovega obstoja, čemur v skladu z določeno časovno dinamiko sledijo ustrezne trajne rešitve odlaganja. Naštete postopke pa je potrebno izpeljati učinkovito, racionalno, pregledno in v skladu z zakonodajo[4].

Največji delež proizvedenih radioaktivnih NSRAO v Sloveniji nastane pri obratovanju NEK. Ostali NSRAO pa nastajajo v industriji, medicini, raziskovalnih ustanovah in raziskovalnem reaktorju TRIGA. Velik delež odpadkov bo nastal tudi z razgradnjo NEK, manjši pa z razgradnjo raziskovalnega reaktorja Triga, CSRAO in samega odlagališča NSRAO in iz dejavnosti priprave odpadkov na odlaganje, ki bo potekalo v NEK.

Opadki, ki bodo v skladu z merili sprejemljivosti odloženi v odlagališče NSRAO Vrbina, Krško izvirajo iz naslednjih virov:

- iz obratovanja NEK,
- razgradnje NEK,
- razgradnje raziskovalnega reaktorja Triga,
- odpadki, ki so uskladiščeni v Centralnem skladišču RAO v Brinju in odpadki iz njegove razgradnje,
- odpadki iz obratovanja odlagališča in dejavnosti priprave odpadkov na odlaganje v NEK,
- odpadki iz razgradnje objektov in sistemov odlagališča v Vrbini ter razgradnje objektov za pripravo odpadkov na odlaganje v NEK.

Projektna rešitev odlagališča predvideva, da so na odlagališču zagotovljene odlagalne zmogljivosti za odlaganje polovice celotne pričakovane količine NSRAO iz obratovanja in razgradnje NEK ter celotno količino NSRAO, ki so uskladiščeni v Centralnem skladišču RAO v Brinju in odpadki iz njegove razgradnje, celotne količine NSRAO iz razgradnje reaktorja TRIGA, ter celotne količine NSRAO iz priprave na odlaganje v NEK ter obratovanja in razgradnje odlagališča.

Zmogljivost odlagališča je podana v poglavju 3 in 5.3 tega dokumenta, kakor tudi navedba, da je mogoča dodatna razširitev kapacitet odlagališča z izgradnjo dodatnih silosov. V Uredbi o državnem prostorskem načrtu za odlagališče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov na lokaciji Vrbina v občini Krško [5] je bilo določeno, da se odlagališče izvede z zmogljivostjo odlaganja 9.400 m³ odpadkov, ki nastajajo v Republiki Sloveniji. Zmogljivost odlaganja je bila

določena na osnovi tedaj veljavnih ocen količin odpadkov in je bila izdelana za nepakirane in nepripravljene odpadke za odlaganje [27]. S posodobitvijo ocene skladiščne prostornine obstoječih NSRAO, projekcije nastajanja dodatnih NSRAO iz obratovanja in razgradnje jedrskih objektov in predvidene priprave odpadkov na odlaganje ter spremembe predvidenega zabojnika za odlaganje (tip N3 zabojnika je bil zamenjan z N2) je bila izdelana ocena nastalih odloženih odpadkov, ki nastajajo v Republiki Sloveniji (poglavje 5.3). Odlagalna zmogljivost odlagališča znaša sedaj 990 odlagalnih zabojnikov N2 oziroma 12.157 m^3 ($990 \text{ zabojnikov} \times 12,28 \text{ m}^3$ bruto prostornina odlagalnega zabojnika) in ustreza zahtevam iz DPN 25].

Ocene o količini nastalih odpadkov temeljijo na obstoječih virih, kot so podatkovne baze o že nastalih in skladiščenih odpadkih [47], programih oz. načrtih razgradnje in na oceni nastajanja za bodoče odpadke, ki temeljijo na predpostavkah o zgodovini obratovanja in uporabljenih postopkih obdelave in zmanjševanja prostornine in vsebujejo tudi majhno stopnjo konservativnosti. Ocenjene količine odpadkov iz NEK in iz razgradnje objektov in sistemov odlagališča v Vrbini ter dejavnosti priprave odpadkov na odlaganje v NEK vključujejo tudi del odpadkov za katere je po Pogodbi med Vlado Republike Slovenije in Vlado Republike Hrvaške o ureditvi statusnih in drugih pravnih razmerij, povezanih z vlaganjem v Nuklearno elektrarno Krško, njenim izkoriščanjem in razgradnjo (BHRNEK) [48] odgovorna Republika Hrvaška. V dokumentu je posebej označeno kjer hrvaški del odpadkov ni vključen.

Predstavljene količine odpadkov veljajo za količine odpadkov, ki se trenutno nahajajo v skladišču NEK in CSRAO, za oceno nastalih obratovalnih NSRAO v NEK in CSRAO do konca predvidene obratovalne dobe ter za ocenjene količine nastalih NSRAO, ki bodo nastali ob razgradnji jedrskih objektov in ne vključujejo sprememb prostornin zaradi postopkov obdelave in priprave v skladu z merili sprejemljivosti za odlaganje v odlagališču NSRAO Vrbina, Krško. Končne odlagalne količine NSRAO so lahko drugačne zaradi različnih postopkov priprave na odlaganje in pakiranja v končno pakirno enoto.

Glede na trenutno časovnico razgradnje suhega skladišča (začetek 2103) in odlaganja NSRAO iz NEK v odlagališče Vrbina, Krško, je predvideno, da bodo NSRAO nastali z razgradnjo suhega skladišča ali prepakiranjem izrabljenega goriva odloženi skupaj z izrabljenim gorivom iz NEK in visoko radioaktivnimi odpadki iz razgradnje NEK (odlaganje teh NSRAO je eden izmed robnih pogojev v študiji odlaganja izrabljenega goriva in visoko radioaktivnih odpadkov, ki je v pripravi v okviru izdelave tretje revizije Programa odlaganja RAO in IG iz NEK [48].

5.1 NSRAO iz NEK

Količine odpadkov so povzete za obdobje obratovanja NEK do 2043 na osnovi poročil SAC&WAC Inventory report [49][50], dokumentov pregleda in dopolnitev nanje [51], letnih poročil URSJV o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti v Republiki Sloveniji [47] ter Preliminarnega načrta razgradnje NEK (PDP) [52]. Projektna količina zabojnikov za odlaganje je določena na podlagi IDZ [6].

Lastnosti odpadkov so določene na osnovi dejanskega stanja inventarja in meritev v NEK. Količina ostalih ne merjenih radionuklidov je določena na osnovi »scaling« faktorjev razvitih v NEK na podlagi analize posameznih vzorcev in na osnovi podatkov iz literature. npr. za beta sevalce kot so C-14, Cl-36, Ni-59, ki do sedaj še niso bili merjeni v odpadkih iz obratovanja NEK, so bili uporabljeni faktorji določeni v organizaciji SKB iz Švedske [49]. Izotopska sestava odpadkov iz obratovanja NEK je znana zelo dobro, za odpadke iz razgradnje NEK pa v tem

trenutku obstaja še nekaj neznank, ki pa bodo dokončno odpravljene v času demontaže in razstavljanja posameznih komponent v NEK.

V zadnjih desetih letih je v NEK nastajalo približno do 40 m³ ali manj odpadkov letno, ki jim s postopki obdelave še dodatno zmanjšajo prostornino. V preteklih letih je bila z metodami zmanjševanja prostornine, kot so stiskanje, superkompaktiranje, sušenje, sežiganje in taljenje, zmanjšana prostornina nastalih NSRAO v NEK tako, da je bilo do konca leta 2016 skupaj v skladišču uskladiščenih 2.271 m³ trdnih NSRAO s skupno aktivnostjo gama 17,1 TBq in skupno aktivnostjo alfa 0,025 TBq. Odpadke, namenjene za sežig in taljenje, izločijo in zaradi pomanjkanja prostora začasno premestijo v zgradbo za dekontaminacijo, kjer je bilo konec leta 2016 shranjenih tudi 260 paketov stisljivih odpadkov, ki so pripravljeni za naslednje pošiljanje na sežig [47].

V prostoru za shranjevanje starih uparjalnikov je bilo konec leta 2016

shranjenih še dodatnih 1.000 m³ kontaminirane opreme (vključujoč dva stara uparjalnika) [47].

5.1.1 NSRAO iz obratovanja NEK

V primeru podaljšane življenjske dobe NEK do leta 2043 in na podlagi dosedanje dinamike nastajanja obratovalnih NSRAO v zadnjih nekaj letih in nadaljevanjem postopkov obdelave in predelave z namenom zmanjšanja volumna nastajanja RAO in že nastalih RAO, znaša ocenjena skupna količina nastalih obratovalnih odpadkov 3612 m³ skupne aktivnosti 124 TBq. V to oceno niso vključeni odpadki, ki so shranjeni v prostoru za shranjevanje starih uparjalnikov in so na osnovi poročil SAC&WAC [49] [51] in preliminarne načrta razgradnje NEK [52] vključeni v količine odpadkov iz razgradnje NEK. Celotna količina zabojnikov, kjer je zajet slovenski in hrvaški del za odlaganje NSRAO iz obratovanja NEK znaša 1067 N2 zabojnikov, projektna količina zabojnikov, ki vključuje le slovensko polovico NSRAO iz obratovanja NEK znaša 533 zabojnikov N2 [6].

5.1.2 NSRAO iz razgradnje NEK

Z podaljšanim obratovanjem NEK do leta 2043 in predvidenem scenariju takojšnje razgradnje bo nastalo približno 5307 t NSRAO skupne aktivnosti $2,4 \times 10^5$ TBq, ki jih bo potrebno odložiti v skladu z merili sprejemljivosti. To je ocena za primarne in sekundarne NSRAO, ki vključuje tudi aktivirane nizko in srednje radioaktivne komponente iz notranjosti reaktorja (291 t) in dele reaktorske posode (16 t). V oceni je upoštevana še količina NSRAO, ki bo nastala z obdelavo že zamenjanih starih uparjalnikov (161 t), [52] [50]. Celotna količina zabojnikov, kjer je zajet slovenski in hrvaški del za odlaganje NSRAO iz razgradnje NEK znaša 661 N2 zabojnikov, projektna količina zabojnikov, ki vključuje le slovensko polovico NSRAO iz razgradnje NEK znaša 330 N2 zabojnikov [6].

5.2 Ne-elektrarniški odpadki

5.2.1 NSRAO iz CSRAO

NSRAO malih povzročiteljev nastajajo v okviru različnih dejavnosti v industriji, medicini in znanosti. Skladiščenje pred odlaganjem se izvaja v objektu CSRAO v Brinju. Odpadki so pakirani v sodih, originalni zaščitni embalaži (zaprti viri) ali kot posebni odpadki, kamor spadajo kosovni odpadki večjih dimenzij ali nepravilnih oblik. Ob koncu leta 2016 je bilo v CSRAO uskladiščeno 832 paketov z NSRAO s skupno prostornino 92,9 m³ in skupno aktivnostjo 2,8 TBq kar znaša približno 80 % zasedenosti skladišča. Glede na sedanjo ureditev skladiščenja

je administrativna skladiščna zmogljivost 115 m³ RAO od tega 107,5 m³ za redne skladiščne zmogljivosti in 7,5 m³ za izredne prevzeme [53], [47].

Na osnovi večletnih izkušenj se v naslednjih letih pričakuje letne vnose RAO v CSRAO med 2 in 3 m³ ali manj, glede na to, da je večino zgodovinskih odpadkov ARAO že prevzel [53].

Skupna ocenjena količina uskladiščenih odpadkov v CSRAO znaša 224 m³ skupne aktivnosti 8,29 TBq in sicer za primer obratovanja skladišča do leta 2050 [49]. V tej oceni je upoštevana tudi količina 2 m³ RAO, ki bo predvidoma nastala ob razgradnji CSRAO [53][54]. V skladu s poglavjem 4.4 iz ReNPRRO16-25 in merili sprejemljivosti [50] bo mogoče v odlagališče NSRAO odložiti vse NSRAO iz CSRAO. Projektna količina odlagalnih zabojnikov za odložitev NSRAO, ki so uskladiščeni v Centralnem skladišču RAO v Brinju in odpadkov iz njegove razgradnje znaša 76,5 zabojnikov N2 [6].

5.2.2 NSRAO iz razgradnje reaktorja TRIGA

Na podlagi izkušenj z razgradnjo raziskovalnih reaktorjev TRIGA s podobno zgodovino obratovanja in ob predpostavki, da bodo vsi odpadki pri razgradnji radioaktivni, znaša ocenjena količina nastalih NSRAO 227,5 t oz. okrog 50 m³ nepakiranih NSRAO skupne aktivnosti 5,13 TBq [49][53] kar znaša 40,5 odlagalnih zabojnikov N2 [6].

5.2.3 NSRAO iz obratovanja in razgradnje odlagališča ter obratovanja in razgradnje objekta za pripravo NSRAO v NEK

Ocenjena količina odpadkov, ki bodo nastali iz priprave na odlaganje v NEK in delovanja odlagališča znaša 16 m³ skupne aktivnosti 1,1 GBq, pri čemer je predpostavljeno, da polovica teh odpadkov nastane v NEK, kjer se izvaja proces priprave na odlaganje in polovica zaradi obratovanja odlagališča [49].

Ocenjena količina nepakiranih NSRAO, ki bodo nastali pri razgradnji odlagališča NSRAO in razgradnji objektov za pripravo NSRAO na odlaganje v NEK znaša približno 31 t skupne aktivnosti 0,1 TBq [49].

NSRAO iz obratovanja odlagališča in iz priprave na odlaganje	Masa v tonah
Stisljivi	2
Nestisljivi	14,1
Skupaj	16,1
NSRAO iz razgradnje odlagališča in razgradnje objektov za pripravo na odlaganje v NEK	Masa v tonah
Kontaminirane komponente	17
Kontaminiran beton	8,7
Gorljivi	1,4
Negorljivi	4,2
Skupaj	31,3

Projektna odlagalna količina zabojnikov za odlaganje NSRAO iz obratovanja in razgradnje odlagališča ter obratovanja in razgradnje objekta za pripravo NSRAO v NEK znaša skupaj 10 zabojnikov N2.

5.3 Ocena skupne količina odpadkov za odlaganje in odlagalne prostornine po fazah odlaganja

Zmogljivost odlagališča zadošča za odložitev polovice NSRAO, ki bodo nastali med obratovanjem NEK do leta 2043 in razgradnjo NEK (tabela 2), ter za odložitev NSRAO drugih slovenskih povzročiteljev. NSRAO, ki jih bo treba odložiti, bodo vstavljeni v 990 odlagalnih zabojnikov (projektne količina zabojnikov). Za odložitev projektne količine zabojnikov bo treba zgraditi en odlagalni silos.

Vir	Skladiščna količina	Število odlagalnih zabojnikov N2	
		Celotna količina NSRAO	Projektne količina NSRAO
NSRAO iz NEK			
obratovanje	3612 m ³	1067	533
razgradnja in ostali NSRAO	4665 t	661	330
NSRAO malih povzročiteljev			
CSRAO	224 m ³	76,5	76,5
razgradnja TRIGA	228 t	40,5	40,5
Priprava na odlaganje, delovanje in razgradnja odlagališča	47,4 t	18	10
skupaj		1862	990

Tabela 2: Pričakovane skupne količine NSRAO po viru nastanka [6][49].

Za potrebe ocene odloženih količin NSRAO je privzeto, da bodo v prvi fazi delovanja odlagališča od 2022 do 2024 odloženi odpadki, ki bodo nastali do konca leta 2024, ko odlagališče preide v fazo mirovanja. Do konca leta 2024 bo tako odloženih 461 zabojnikov ali 71% vseh obratovalnih NSRAO iz NEK. Ostali obratovalni odpadki in vsi odpadki iz razgradnje NEK bodo odloženi v obdobju 2050-2061 po ponovnem začetku obratovanja odlagališča v letu 2050. Za neelektrniške odpadke iz CSRAO in TRIGE je privzeto enako razmerje kot za obratovalne odpadke iz NEK, za odpadke iz priprave na odlaganje pa enaka predpostavka kot za odpadke iz razgradnje NEK.

6 SPLOŠNE ZAHTEVE GLEDE ODPADKOV

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

1) ReNPRRO16–25 [53] v poglavju 4.4. določa, da se po osnovnem scenariju, če ne bo dogovora z Republiko Hrvaško o skupnem odlaganju, v odlagališče v Vrbini odloži polovica NSRAO iz NEK (NSRAO iz obratovanja in razgradnje NEK ter drugi NSRAO, kot so zamenjana in odstranjena oprema ...). Poleg naštetega se na odlagališče odložijo še NSRAO iz CSRAO v Brinju, NSRAO iz razgradnje CSRAO ter reaktorja TRIGA Mark II ter NSRAO, ki bodo nastali pri delovanju in zapiranju odlagališča. Če bo dosežen dogovor z Republiko Hrvaško v skladu z meddržavno pogodbo BHRNEK se v skladu z razširjenim scenarijem v odlagališče v Vrbini odložijo vsi NSRAO iz NEK (NSRAO iz obratovanja in razgradnje NEK ter drugi NSRAO, kot so zamenjana in odstranjena oprema ...) skupaj z NSRAO iz CSRAO v Brinju, NSRAO iz razgradnje CSRAO ter reaktorja TRIGA Mark II ter NSRAO, ki bodo nastali pri delovanju in zapiranju odlagališča. Odlagališče je treba projektirati tako, da bodo lahko v njem odložene vse vrste NSRAO, ki bodo nastali v Sloveniji. Izjeme so lahko zgolj manjše količine dolgoživih ali drugačnih radioaktivnih odpadkov, ki bi zahtevali nesorazmerno zapletene in drage postopke priprave na odlaganje.

2) ZVISJV [3] v 93. členu določa, da mora imetnik radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva zagotoviti, da se:

- z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom ravna na predpisan način in
- v največji možni meri izogne prelaganju bremen odlaganja radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva na prihodnje generacije.

Poleg tega mora imetnik radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva mora podatke o nastajanju radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva posredovati v centralno evidenco radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva.

3) Po pravilniku JV7 [10], 4. člen odstavek (2) je potrebno radioaktivne odpadke v trdni obliki glede na stopnjo in vrsto radioaktivnosti razvrstiti v naslednje kategorije:

1. prehodni radioaktivni odpadki;
2. zelo nizko radioaktivni odpadki
3. nizko in srednje radioaktivni odpadki - NSRAO
 - 3.1 kratkoživi NSRAO,
 - 3.2 dolgoživi NSRAO,
4. visoko radioaktivni odpadki (v nadaljnjem besedilu: VRAO)
5. radioaktivni odpadki z naravnimi radionuklidi, ki nastajajo pri pridobivanju in predelavi jedrskih mineralnih surovin ali v drugih industrijskih procesih in niso zaprti vir sevanja v skladu s predpisom, ki ureja uporabo virov sevanja in sevalne dejavnosti.

Prav tako JV7 [10] v svojem 18. členu (3) odstavek določa, da je dovoljeno odlagati le radioaktivne odpadke, ki ustrezajo merilom sprejemljivosti za sprejem v odlaganje.

4) Pravilnik JV5 [1] v prilogi 5, poglavje 11 določa skupne pogoje za skladišče in odlagališče. Poleg pogojev iz 1. do 7. točke te priloge mora odlagališče in morebitni obrati za pripravo oziroma predelavo odpadkov pred odlaganjem smiselno izpolnjevati tudi zahteve iz projektnih osnov za skladišče radioaktivnih odpadkov iz priloge 3 tega pravilnika.

Priloga 3 v poglavju 2 glede zadrževalnih pregrad in sistemov določa, da morajo radioaktivni odpadki biti pakirani na način, ki omogoča varno ravnanje z njimi brez izpustov radioaktivnosti v okolje ali obsevanja prek dovoljenih omejitev. Vsak tako narejen paket mora biti projektiran vsaj za obratovalno dobo odlagališča.

Priloga 3 v poglavju 5 glede ravnanja s paketi radioaktivnih odpadkov določa, da mora biti s projektom zagotovljena ustrezna oprema in embalaža za ravnanje s poškodovanimi paketi radioaktivnih odpadkov v doglednem času po odkritju poškodbe.

Pisni postopki upravljavca, ki opisujejo način sprejema radioaktivnih odpadkov, morajo vsebovati tudi navodila, kako varno ravnati z radioaktivnimi odpadki, ki ne ustrezajo merilom sprejemljivosti za sprejem v odlagališče.

II. Mednarodni standardi, načela in direktive

Pri projektiranju naj bodo smiselno upoštevani naslednji varnostni standardi IAEA in WENRA:

IAEA:

1) Safety Fundamentals SF1: Fundamental Safety Principles, 2006; (2.2. Cilji varnostnih temeljev veljajo za vse objekte in dejavnosti skozi vse življenjske faze objekta ali vira sevanja, ki vključuje planiranje, izbor lokacije, načrtovanje, izdelavo, gradnjo, poskusno in redno obratovanje kot tudi razgradnjo in zaprtje. Ti vključujejo tudi predviden transport in ravnanje z radioaktivnimi odpadki.

2) Safety Requirements

- General Safety Requirements GRS Part 5: Predisposal Management of Radioactive waste, 2009, določa odgovornosti za ravnanje z odpadki pred odlaganjem, korake, ki jih je potrebno izvesti pred odlaganjem ter razvoj in delovanje objektov kjer je aktivnosti pred odlaganjem potrebno izvesti. V skladu z zahtevami v poglavju 4 je potrebno vse odpadke ustrezno označiti, karakterizirati, klasificirati jih primerno obdelati ter po potrebi skladiščiti v skladu z merili sprejemljivosti in voditi evidenco nastajanja ter poskrbeti, da bodo odpadki nastajali v najmanjših možnih količinah.

3) Safety Guides

- General Safety Guide GS-G-3.3: The Management System for the Processing, Handling and Storage of Radioactive Waste, 2008, podaja predloge za vzpostavitev sistema vodenja pri pripravi, ravnanju in skladiščenju RAO.

- General Safety Guide GS-G-3.4: The Management System for the Disposal of Radioactive Waste, 2008, podaja predloge za vzpostavitev sistema vodenja v predvidenih življenjskih fazah odlagališča.

WENRA:

- Radioactive Waste Disposal Facilities Safety Reference Levels [45].

V točki 2.1.5, DI-20, je predvideno, da upravljavec odlagališča v vseh življenjskih fazah odlagališča ustrezno zagotavlja, preverja in dokumentira podatke o inventarju na odlagališču sprejetih in odloženih odpadkov. V skladu z točko 2.2.3, DI-34 mora upravljavec odlagališča pri obratovanju odlagališča upoštevati značilnosti odpadkov kot so podatki o aktivnosti in proizvedeni toploti in plinih.

III. Priporočila in študije

1) PS 1.03 [2] v poglavju 5.2.6 določa, da je potrebno na podlagi obstoječega in pričakovanega inventarja radioaktivnih odpadkov v Republiki Sloveniji upoštevajoč mase, prostornine ter lastnosti odpadkov in ostalih podatkov, navesti zmogljivosti odlagališča ter pomožnih objektov za obdelavo in skladiščenje skupaj z dinamiko obratovanja.

Opisati je treba dinamiko, količine, vrste in kategorije radioaktivnih odpadkov:

- ob sprejemu, za vsak proces obdelave in za odlaganje (primarni RAO),
- nastajanje odpadkov pri delovanju odlagališča (sekundarni RAO) ter
- odpadkov, ki bodo nastali pri razgradnji objektov odlagališča.

Za vse vrste in kategorije odpadkov zgoraj naštetega porekla je treba podati vse podatke, na podlagi katerih bo možno ugotoviti skladnost z merili sprejemljivosti za sprejem, posamezni proces, paket, odlagalno enoto in celotno odlagališče.

Za podatke o odpadkih je poleg navedenih dejanskih vrednosti treba podati tudi vrednosti, ki so uporabljene pri varnostni analizi.

Za radioaktivne odpadke, ki nastajajo zaradi izvajanja dejavnosti na odlagališču je treba podati tudi podatke o mestih njihovega nastajanja med obratovanjem odlagališča.

Za radioaktivne odpadke, ki bodo nastali zaradi razgradnje objektov ali pri zapiranju odlagališča, je treba podati tudi informacijo o dejavnostih razgradnje, pri katerih bodo nastajali odpadki.

PS 1.03 v poglavju 11.1: merila sprejemljivosti naj bodo določena kot del obratovalnih pogojev in omejitev. Navedeni morajo biti ukrepi, če prejeti odpadki ne ustrezajo merilom sprejemljivosti. Merila sprejemljivosti se izdelajo za vsako posamezno fazo ravnanja z radioaktivni odpadki na odlagališču, kot na primer: sprejem, proces obdelave, začasno skladiščenje, paket, odlagalno enoto in odlagališče ter drugo.

Zahteva je izpolnjena v poglavju 11 dokumenta osnutka Varnostnega poročila (poglavje o merilih sprejemljivosti za odlaganje) [55] in v referenčni dokumentaciji, [40], [49].

IV. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji

1) Uredba o DPN [5] določa, da se zgradi jedrski objekt za trajno odlaganje nizko- in srednje radioaktivnih odpadkov, ki nastajajo v Republiki Sloveniji, z zmogljivostjo odlaganja 9.400 m³ in z možnostjo razširitve odlagalnih kapacitet odlagališča.

VI. Zahteve investitorja

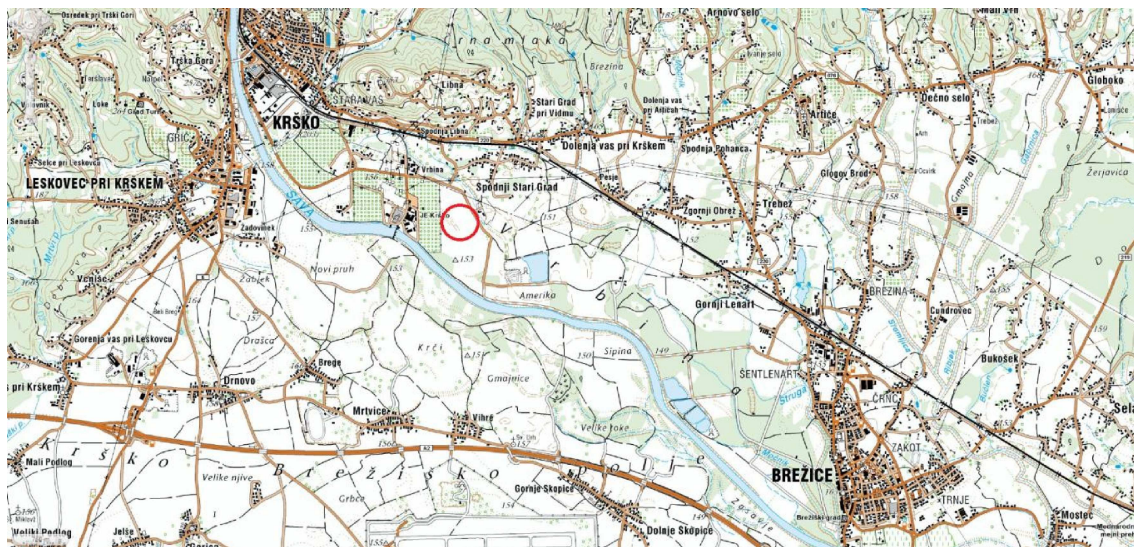
1) V InvP Rev.C [19] je v skladu z usmeritvami dispozicije za izdelavo investicijskega programa in upošteva predvideno podaljšanje obratovalne dobe NEK kot osnovna količina NSRAO, ki jih bo treba odložiti (projektna vrednost), privzeta polovica celotne količine odpadkov, ki bo v NEK nastala do konca podaljšane obratovalne dobe leta 2043, tej količini pa je dodana polovica količine odpadkov iz razgradnje ter obstoječi podatki o neelektromagnetnih odpadkih. Podatki o količinah NSRAO iz NEK so povzeti po dokumentu Preliminary Decommissioning Plan NPP Krško, Rev. 5 [52].

7 LOKACIJA ZA ODLAGALIŠČE NSRAO VRBINA, KRŠKO

7.1 Splošen opis lokacije

Lokacija odlagališča nizko in srednje radioaktivnih odpadkov leži na območju Krškega polja, ki je prodnata dolina, prekrita s polji in travniki. Na tem območju tečeta dve pomembni slovenski reki Sava in Krka, Krško polje pa obdajajo manjši griči. Na zahodu zaokrožuje dolino Krakovski gozd. V širšem smislu govorimo o kotlini, ki jo na severu omejuje Posavsko hribovje, na jugu Gorjanci, za hodu Kočevski rog in Suha krajina, na vzhodu pa se odpira proti Hrvaškemu Zagorju. Gričevnati predeli so prekrti z vinogradi, sadovnjaki, polji in travniki ter gozdovi listavcev. Dolinski in ravninski predeli izven območja Krškega polja pa travniki, mokrišča in gozdovi listavcev, polja pa le v podrejenem obsegu. Poselitev gričevnatih predelov Krške kotline je disperzna in z majhnimi strnjenimi vaškimi jedri.

Lokacija Vrbina leži v občini Krško na prodnatem ravninskem območju, Krško je od lokacije oddaljeno 2,5 km, Brežice pa 5 km (slike 7-1). Približno 300 m od zahodnega roba lokacije se nahaja Nuklearna elektrarna Krško, približno 400 m severovzhodno od lokacije leži naselje Spodnji Stari Grad. Ravninsko območje na južni strani lokacije omejuje struga reke Save, ki je na najbližji točki oddaljena okoli 650 m od lokacije odlagališča. Na severu se ravnina izteče proti območju hriba Libna. Lokacijo na vzhodu omejuje lokalna cesta, ki iz območja naselja Vrbine vodi v smeri jugovzhoda, proti obrežju Save. Širše območje lokacije je v kmetijski rabi in plansko opredeljeno kot najboljše kmetijsko zemljišče. Na sami lokaciji so urejene njive, na skrajnem zahodnem robu lokacije pa je urejen plantažni sadovnjak.



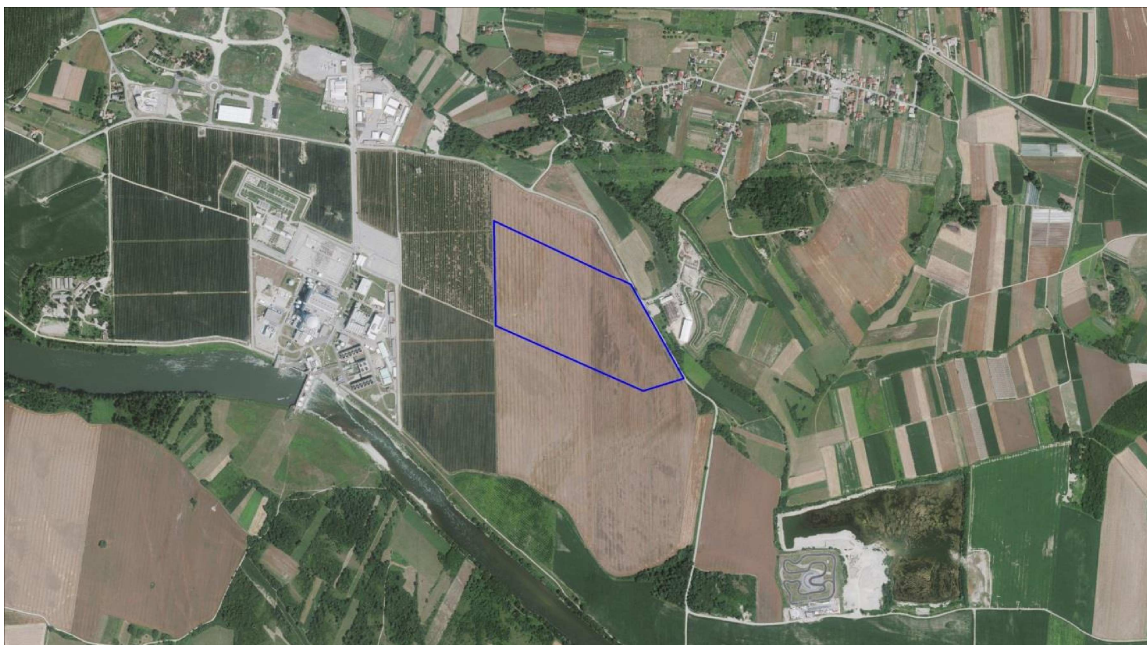
Slika 7-1: Lega lokacije za odlagališče NSRAO (vir: Geopedia, 2014)



Slika 7-2: Lega lokacije za odlagališče NSRAO - relief (vir: Geopedia, 2014)



Slika 7-3: Lokacija za odlagališče NSRAO - ortofoto posnetek širšega območja



Slika 7-4: Lokacija za odlagališče NSRAO - ortofoto posnetek

Na ožji lokaciji ni naravnih vrednot, zavarovanih območij ali območij pomembnih za biotsko raznovrstnost. Na lokaciji tudi ni evidentiranih enot kulturne dediščine in ni zavarovanih arheoloških območij.

V bližini lokacije je Center za ravnanje z odpadki (CRO) Spodnji Stari Grad. Zemljišče leži tik ob Vrbinski cesti. Zahodno od lokacije odlagališča se nahaja Nuklearna elektrarna Krško. Na območju Vrbine je z občinskimi prostorskimi akti določena poslovna cona v velikosti 700.000 m² in se nahaja severozahodno od lokacije odlagališča NSRAO. Poleg industrijskih območij se 800m severno od lokacije odlagališča NSRAO, nahaja glavna železniška proga Ljubljana - . Zidani most - Zagreb - Beograd z gostim prometom v obeh smereh. Vzdolž železniške proge poteka tudi zmerno obremenjena lokalna cesta Krško – Brežice. Približno 4km južno od lokacije odlagališča NSRAO poteka avtocesta Ljubljana – Zagreb. Prilžno 600 m južno od lokacije odlagališča se nahaja akumulacijski bazena HE Brežice. Nekaj več kot 4 km južno od lokacije odlagališča NSRAO se nahaja vojaško letališče Cerklje ob Krki. Letališče je osrednje vojaško letališče v Sloveniji in je opremljeno predvsem za potrebe Slovenske vojske in tudi potrebe zavezništva Nato.

7.2 Demografski opis lokacije in človeške dejavnosti

Demografske značilnosti so povzete po znanstvenem članku Demografske in socialne značilnosti občin Spodnjega Posavja na osnovi modela" iz leta 2012 [56]. Z demografskega vidika je prihod tujcev glavni razlog, da se povečuje število prebivalcev v Sloveniji in rahlo zmanjšuje delež mestnega prebivalstva. Število žensk je nekaj večje od števila moških, čeprav se razlika zmanjšuje zaradi pretežnega deleža moških med priseljenimi prebivalci. V občini Krško in v Posavju so trendi v glavnem podobni kot v Sloveniji, število moških pa je že preseglo število žensk. Povprečna starost prebivalstva je okoli 40 let. Delež prebivalcev, starejših od 65 let, se povečuje, čeprav počasneje kot na državni ravni.

Območje lokacije odlagališča NSRAO ni poseljeno. Na širšem območju lokacije odlagališča obstaja vzorec razpršene pozidave s stanovanjskimi objekti in kmetijami. Najbližji naselji sta

Spodnji Stari Grad, ki leži 400 m severovzhodno ter Vrbina, ki leži severozahodno od lokacije in je oddaljena ca 1200 m od lokacije. Najbližje mesto je Krško, ki je od lokacije oddaljeno 2,5 km, Brežice pa 5 km.

Leta 2011 je na območju Spodnjega Posavja živel 70.167 prebivalcev, kar znaša dobra dva odstotka več kot leta 2002. Znotraj obravnavanega območja je imela leta 2011 največ prebivalcev občina Krško (25.867), sledita občini Brežice in Sevnica, daleč najmanj občanov ima občina Kostanjevica na Krki (2404). Primerjalno, glede na leto 2002, lahko ugotovimo trend nizke rasti prebivalstva, značilen za Slovenijo in Spodnje Posavje, tudi v občini Brežice; nasprotno se je število prebivalcev občine Sevnica v obravnavanem obdobju znižalo za slab odstotek. Pri analizi trendov rasti prebivalstva ostalih dveh obravnavanih občin je potrebno upoštevati, da se je 1. 3. 2006 iz občine Krško izločila sedanja občina Kostanjevica na Krki. Zaradi tega se je dejansko število prebivalcev občine Krško med letoma 2002 in 2011 zmanjšalo za okrog 2400 ljudi. Če se omejimo zgolj na prebivalce tistega dela občine Krško, ki jo sestavlja danes, pa lahko ugotovimo med omenjenima letoma nizko rast prebivalstva, medtem ko se je na območju današnje občine Kostanjevica na Krki število prebivalcev zmanjšalo za slab odstotek. Tako je za območje celotnega Spodnjega Posavja ter občini Brežice in Krško, kot tudi za Slovenijo, med letoma 2002 in 2011 značilna počasna rast prebivalstva, medtem ko je v občinah Kostanjevica na Krki in Sevnica število prebivalcev nekoliko upadlo [56]. V naselju Spodnji Stari Grad, ki je najbližje naselje lokaciji odlagališča NSRAO, po podatkih Statističnega Urada RS, živi 251 prebivalcev. Od tega 39 v starostni skupini 0-14 let, 171 v starostni skupini 15-64 let in 41 v starostni skupini nad 65 let. V naselju Vrbina po uradnih podatkih živita še samo 2 prebivalca, na območju naselja Spodnja Libna pa 66 prebivalcev [57].

Občina Krško je v letu 2000 začela z načrtovanjem industrijske cone Vrbina in z aktivnostmi za pridobitev strateških partnerjev v ta prostor, kjer je bilo v zadnjih letih že umeščenih nekaj novih poslovnih objektov.

7.3 Geološke, hidrogeološke, hidrološke, geomehanske in seizmološke lastnosti lokacije

Obravnavane lastnosti lokacije povzemajo rezultate vseh dosedanjih raziskav za potrebe odlagališča NSRAO in raziskav, ki si jih do sedaj za svoje potrebe opravili ostali investitorji na širšem območju lokacije odlagališča NSRAO. V okviru terenskih raziskav za potrebe odlagališča NSRAO so bile do sedaj zaključene tri faze raziskav geo in hidrosfere in poglobljen del obravnavanih lastnosti lokacije izhaja iz teh raziskav.

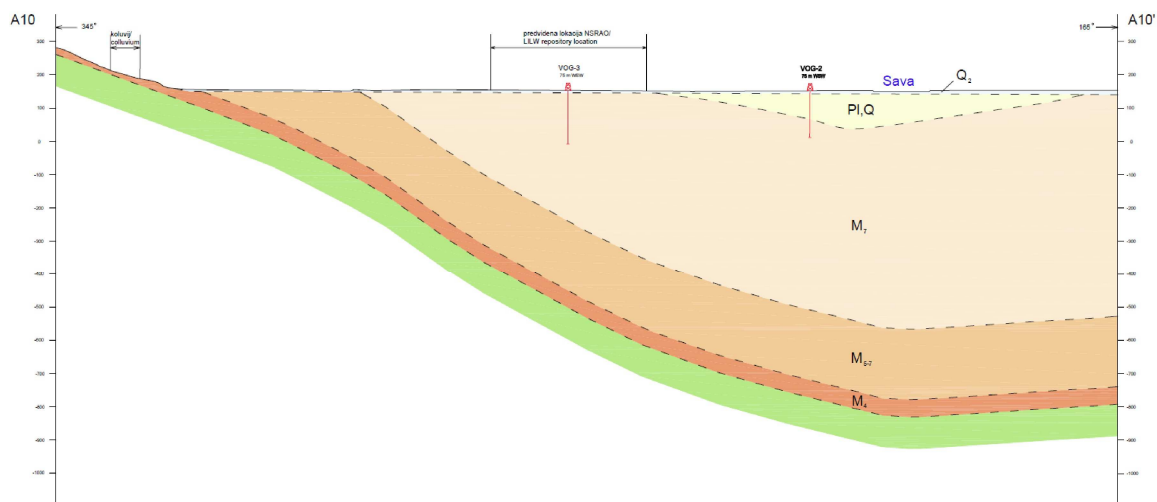
7.3.1 Geološke lastnosti lokacije

Širše območje lokacije predstavlja Krška kotlina kjer pod Krško sinklinalo terciarnih sedimentov, ležijo sedimenti mezozojske starosti, neznane debeline. Najstarejši terciarni sediment je otnangijski zaglinjeni silikatni prod s premogom. Je srednje do zelo debelo zrnat. Navzgor mu sledi erozijsko diskordantno odložen masivni apnenec, badenijske starosti, ponekod prekrit z apnenčevimi sarmatijskimi resedimenti. Te sedimente prekriva nato v Krški kotlini nad 1000 m debel pokrov sarmatijskih drobnozrnatih klastitov (dobro konsolidiranih glinastih karbonatnih muljev, meljev, peščenih meljev in drobnozrnatega peska), panonijske in pontske starosti. Zadnja in najmlajša enota tega območja je prekrov pliokvartarnih klastitov: srednje do debelozrnatega savskega proda, različne debeline. Debelina zadnjega kvartarnega savskega nanosa je majhna, do 15 m [28].

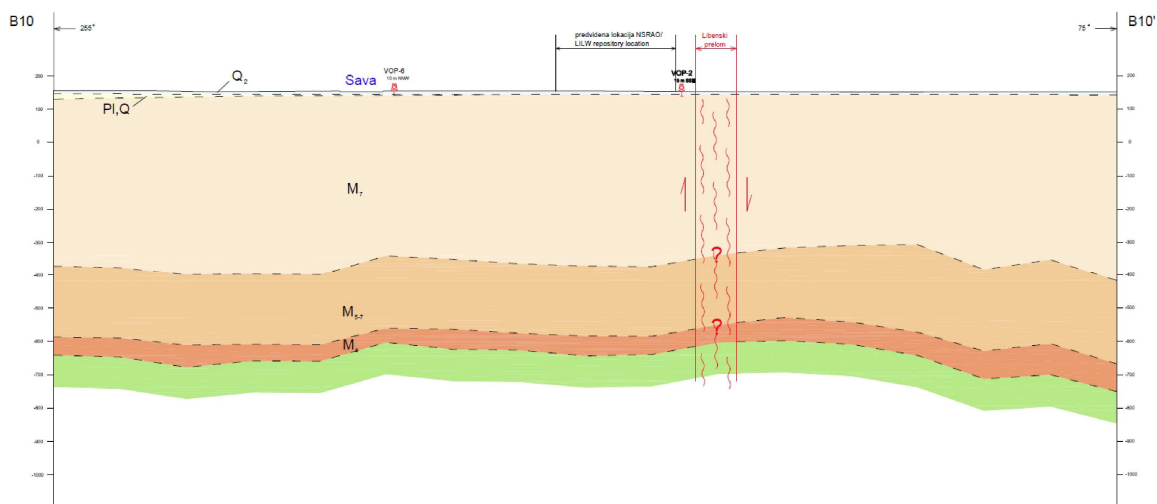
Sedimenti terciarne starosti tvorijo sinklinalno strukturo, z osjo, ki poteka v smeri WSW-ENE: Krško sinklinalo. Sinklinalo sekajo nekateri mlajši prelomi. V regionalnem smislu je najpomembnejši domnevno recentno aktiven prečno dinarsko (NW–SE) usmerjen levo-zmični Orliški prelom. Ob Orliškem prelomu so domnevno premaknjene pliokvartarne plasti na območju Leskovca [34].

Na obravnavanem območju, vzhodno od predvidene lokacije odlagališča, je bil ugotovljen Libenski prelom, ki poteka, v smeri NW-SE. Njegovo severovzhodno krilo je relativno spuščeno za približno 50 m. Delno ima prelom tudi zmične lastnosti. Gre za nad 100 m široko prelomno cono, sestavljeno iz štirih vzporednih prelomov, ki vpadajo proti severovzhodu in vmesnih zdrobljenih in porušenih con. Prelomna cona je bila verjetno aktivna že pred odlaganjem pliokvartarnega proda, med njegovim odlaganjem ali po njem pa so se reaktivirali le posamezni prelomi. Starost prelamljanja (če je tektonsko) je več kot 1,8 milijonov let. Ne obstajajo zanesljivi dokazi, da so bili pliokvartarni sedimenti premaknjeni zaradi tektonskih premikov ob prelomu. Ker je bil paleoseizmološki razkop na Libni lociran poleg kraške vrtače in možnega globokega plazua, so bili premiki pliokvartarnih sedimentov najverjetneje povzročeni zaradi netektonskih procesov. Na Libenskem prelomu ni dokaza za premike v zadnjih 35.000 letih in ni ponavljajočih premikov v zadnjih 500.000 letih. Ravno tako ni dokaza, da je Libenski prelom povezan s kakim drugim zmožnim prelomom. Ni znane historične seizmičnosti, povezane z Libenskim prelomom. Libenski prelom ne kaže nobenih dokazov preteklih prelomov ali prelomov (npr. pomembne deformacije in/ali dislokacije) ponavljajočega se značaja, v taki periodi, da bi lahko sklepali o prihodnjih premikih na ali blizu površine [34].

Na sami lokaciji odlagališča NSRAO je najnižji horizont, ki je bil zajet v prognozi, so ottnangijski zaglinjeni prodi. Litotamnijski apnenec in kalkarenit, badenijske starosti, se pojavlja na površini na hribu Libna, v severnem delu preiskovanega ozemlja. Na njih odložene karbonatne gline in melji, ki navzgor prehajajo v muskovitno karbonatne melje, so sarmatsko-panonsko-pontske starosti. Meja med apnencem in na njem odloženimi klastiti vpada, glede na geofizikalne podatke, proti SSE (21°) in se sklada z interpretacijo lege Krške sinklinale, ki se pogloblja v smeri proti ENE, proti Globoški depresiji [34]. Zgornje pontijske starosti je tudi muskovitno karbonatni peščeni melj, ki je naslednja litološka enota. Terciarne sedimente prekriva v južnem delu lokacije pliokvartarni nanos prodno peščeno glinastih, pretežno silikatnih prodov, ki se proti severu tanjša in nato povsem izgine. Mejna ploskev ni ravnina, temveč je valovita. Nastajal je približno sinhrono z gubanjem Krške sinklinale in je bil kasneje delno erodiran. Na njem je odložen holocenski, pretežno karbonatni prodno peščeni nanos reke Save, v debelini od 3 – 15 m. Sestava proda pa ni vedno enaka. Ponekod se pojavljajo vmes ali nad njim leče melja in peščenega melja, nastale kot poplavni rečni sedimenti (overbank) [28]. Na območju same lokacije odlagališča ni pričakovati plasti pliokvartarnih nanosov, saj jih v zadnji fazi raziskav, ki so potekale neposredno na lokaciji odlagališča v nobeni izmed vrtni ni bi bilo [34]. Geološka profila na območju lokacije odlagališča NSRAO sta prikazana na slikah 7-5 in 7-6.



Slika 7-5: Geološki profil širšega območja lokacije odlagališča NSRAO (smer N-S).



Slika 7-6 : Geološki profil širšega območja lokacije odlagališča NSRAO (smer W-E).

7.3.2 Hidrogeološke lastnosti lokacije

Lokacija odlagališča NSRAO leži na ravninskem območju, na levem bregu Save. Področje predstavljajo zasuti meandri potokov iz območja krških goric ter njihovih močvirij, ki so se v preteklosti izmenjevale s poplavno ravnico reke Save. V neposredni bližini obravnavanega območja imamo opraviti s potokom Struga, katerega korito se izteče na polju, vzhodno od obravnavane lokacije. Voda vzdolž Struge ponika in le redko doseže reko Savo. Zahodno od lokacije se v Savo izliva potok Potočnica, na vzhodu pa Dolenjevaški potok, ki se razliva po površini v območju severno od vasi Pesje; ob visokih vodah pa se izliva v potok Močnik, ki teče v smeri proti Savi. Nivo in smer toka podzemne vode na območju lokacije NSRAO in na njenem širšem območju sta odvisna od hidrološkega režima Save, napajanja vodonosnika (iz zaledja in s padavinami), od geometrije plasti v prostoru in od antropogenih vplivov. Raztezanje hidrogeoloških plasti je odvisno od strukturnih pogojev na območju Krškega polja, kjer imamo opraviti s sinklinalo, katere os je usmerjena v smeri vzhod-severovzhod / zahod-jugozahod.

Na obravnavanem območju ločimo tri hidrogeološke enote: kvartarni vodonosnik, pliokvartarni vodonosnik in miocenski akviklud. Hidrogeološke enote, ki segajo globlje od terciarnega akvikluda, niso opredeljene [28].

Hidrogeološki model in opis hidrogeoloških enot

1. Kvartarni vodonosnik

Kvartarni vodonosnik Krškega polja predstavlja aluvialni zasip Save, ki ga sestavljajo pretežno prodi in peski z meljem in občasno s primesmi gline. Vodonosnik je klasificiran kot obširen in visoko izdaten hidrodinamsko odprt vodonosnik. Na območju obravnavane lokacije znaša povprečna debelina kvartarnih plasti ca 10 m, njihova debelina se veča v smeri proti jugu. Anizotropijo tega nanosa lahko smatramo zanemarljivo. Kote gladine podzemne vode v kvartarnem vodonosniku so vezane na napajanje iz reke Save in na dotoke s Krškega hribovja. Smer toka podzemne vode je spremenljiva. Nanjo vpliva položaj gladine reke Save: ob visokem vodnem stanju Sava napaja območje odlagališča, vendar večinoma (97 % časa) območje odlagališča drenira. Smer toka podzemne vode v prevladujočem vodnem stanju je proti jugovzhodu, ob visokovodnem valu reke Save pa proti severovzhodu. Hitrost podzemne vode v kvartarnem vodonosniku je ocenjena na približno od 23 m/dan do 39 m/dan in je odvisna tudi od sprememb gradienta med poplavnim valom reke Save [34].

2. Pliokvartarni vodonosnik

Pliokvartarni vodonosnik Krškega polja predstavlja aluvialni zasip Save, ki ga sestavljajo zaglinjeni prodi in peski. Vodonosnik smo klasificirali kot manjši vodonosnik, z lokalnimi ali omejenimi viri podzemne vode. Debelina in prostorska razporeditev pliokvartarnih prodov je vezana na Krško sinklinalo. Na ožjem območju potencialne lokacije Vrbina Krško se ti prodi sicer ne pojavljajo, ker se nahajajo južno in jugovzhodno od nje [28].

3. Miocenski akviklud

Miocenski akviklud sestavljajo meljasto peščene, peščeno meljne in meljne plasti. Akviklud je kvalificiran kot geološke plasti brez pomembnih virov podzemne vode. Razpon izmerjenih vodoprepustnosti je od $1,28 \times 10^{-8}$ do $3,63 \times 10^{-7}$ m/s. Geometrična sredina koeficienta prepustnosti v miocenskih plasteh tako znaša $1,14 \times 10^{-7}$ m/s. S hidrogeološkega stališča lahko te plasti opredelimo kot homogene, a z anizotropijo, ki je precej spremenljiva in ni vezana niti na globino niti na litološko sestavo zemljine. Koeficient anizotropije ne presega vrednosti 3. V miocenskem akvikludu je vodoravna komponenta smeri toka podzemne vode manj odvisna od vodnega stanja Save. Prevladujoča smer toka podzemne vode je proti jugu. Horizontalen odklon od prevladujoče smeri toka podzemne vode v odvisnosti od vodnega stanja znaša približno 25° . Največji odklon je v času najvišjega vodnega stanja zaradi vpliva visokovodnega vala Save. Horizontalni gradient toka v miocenskem akvikludu je približno 0,002. Hitrost podzemne vode v miocenskem akvikludu je za približno štiri rede velikosti manjša od hitrosti v kvartarnem vodonosniku. Anizotropija miocenskega akvikluda znatno vpliva na pot in hitrost toka podzemne vode. Tok podzemne vode miocenskega akvikluda ima tako tudi pomembno navpično komponento. Vertikalna komponenta toka v miocenskem akvikludu je lahko glede na vodno stanje usmerjen navzgor ali navzdol. Tok v miocenu je sicer po dosedanjih meritvah v 76% časa usmerjen navzgor [34]. Vpliv posameznih hidrogeoloških lastnosti lokacije je upoštevan v okviru varnostnih analiz za odlagališče NSRAO.

7.3.3 Hidrološke lastnosti lokacije

Hidrološke lastnosti lokacije so povzete po zadnjih raziskavah in modeliranjih, ki jih je za ARAO izvedla Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo [58] ter študije, ki jo je za potrebe ocene vpliva zalednih vod pripravilo podjetje IBE [59]. Obe študiji sta bili zaključeni v letu 2015.

Lokacija odlagališča NSRAO Vrbina leži na ravninskem območju, ki ga na južni strani omejuje reka Sava, na severni pa hrib Libna in je oddaljena cca. 300 m od Nuklearne elektrarne Krško (NEK). Sava je največja slovenska reka, dolžina njenega toka od izvira do NEK je ca 200 km, površina povodja do hidrološkega prereza NEK pa meri ca 7764 km². Približno 20% povodja ima kraški značaj, kar je za pojav visokih voda ugodno, ker ima zelo velik retenzijski vpliv. Ker je bilo za preverbo varnosti NEK pred poplavami izdelanih več poročil in raznih študij ([60],[61],[62]) in ker se lokacija odlagališča NSRAO Vrbina nahaja v njeni neposredni bližini, so bili za obravnavano lokacijo odlagališča NSRAO povzeti rezultati iz dokumentov, ki so bili narejeni za hidrološki profil NEK.

Do hidrološkega prereza NEK ima na odtočni režim Save največji vpliv njen levi pritok Savinja ($F=1858 \text{ km}^2$), ki ima izrazit hudourniški značaj in se izliva v Savo pri Zidanem Mostu. Med Sevnico in Krškim se iztekajo v Savo z desne strani predvsem hudourniški pritoki, z leve strani pa priteka nekaj večjih pritokov: Vranjski potok ($F=28,2 \text{ km}^2$), Impoljski potok ($F=11,4 \text{ km}^2$), Blaščica ($F=28,2 \text{ km}^2$) in Brestanica ($F=76,0 \text{ km}^2$). Pri Krškem prestopi Sava iz tesne doline v prostrano Krško-Brežiško ravnino, kjer teče Sava po aluvijalni ravnici. Od Leskovca do sotočja s Krko Sava z desne strani nima nobenega pritoka, na Krškem polju pa sploh ni nobenih pritokov saj vse padavine izginejo v tla in napajajo podtalnico. Z leve strani pa priteka v Savo več potokov od katerih je največji Močnik ($F=41,8 \text{ km}^2$). Pri Čatežu se izliva v Savo drugi največji kraški vodotok v Sloveniji, Krka ($F=2316 \text{ km}^2$). [63].

Rezultati hidravlične analize vplivnega območja odlagališča NSRAO, ki jo je v juliju 2015 pripravil FGG, kažejo da se bo poplavna varnost z umestitvijo vseh načrtovanih objektov in ureditev na tem območju glede na sedanje stanje izboljšala. Območje odlagališča NSRAO naj bi, glede na opravljene izračune, savska voda dosegla šele pri pretoku $Q_{PMF}=7081 \text{ m}^3/\text{s}$. Ob upoštevanju načrtovane kote platoja odlagališča NSRAO je mogoče trditi, da je odlagališče varno tudi pred ekstremnimi visokimi vodami Save. Rezultati kažejo, da bi bilo mogoče poplavno varnost odlagališča NSRAO pri ekstremnih visokih vodah reke Save (PMF in $Q=11130 \text{ m}^3/\text{s}$) zagotoviti tudi pri nižji koti platoja. Pri bodočem stanju, kjer so upoštevane vse znane obstoječe in predvidene ureditve, bi bilo odlagališče pri pretoku $11130 \text{ m}^3/\text{s}$ varno že na koti 152,8 m n.m. Rezultati te študije predstavljajo bistvene strokovne podlage za določitev končne kote protipoplavnega platoja odlagališča NSRAO [58].

Na podlagi vpliva savskih visokih pretokov je tako določena najvišja možna kota na območju lokacije NSRAO 152,73 m n.m. Za vpliv ekstremnih zalednih vod so dodatne analize pokazale, da ob konservativni predpostavki ničelnega ponikanja kota zaledne vode v bližini odlagališča ne more preseči 154,17 m n.m. Zaradi večje negotovosti določitve merodajne kote zaledne vode je predlagano, da varnostna višina namesto 0,5 m (predlog ARSO za Q_{100}) znaša 1m in zato je določena enotna kota platoja odlagališča NSRAO na nivoju 155,20 m n.m.[59].

Na podlagi izračunov merodajnih zalednih vod je ugotovljeno, da je kota dostopne ceste 152,20 m n.m. ustrezna ob pogoju, da se prepust med deponijo Kostak (Spodnji Stari Grad) in odlagališčem NSRAO izvede s cevitvijo najmanj $\varnothing 1000 \text{ mm}$ [64].

7.3.4 Geomehanske lastnosti lokacije

Geološko geomehanski model je bil postavljen na podlagi geološkega modela in navzkrižne obdelave opravljenih raziskav, preiskav in meritev kakor tudi zbranih podatkov iz literature, in je opredeljen s petimi tipi zemljine na lokaciji. Vsaka od njih predstavlja geomehansko homogeno enoto, z značilno sestavo in geomehanskimi lastnostmi. Enote so označene z: IG0, IG1a, IG1b, IG2a in IG2b.

IG enota	Starost	Debelina (m)	Geološko-geomehanski opis in klasifikacija (UCSC/EC7)	Inženirsko-geološki mehanizmi in geotehnični pomen
IG0	Q	do 0,5	Humus (HU)	Plast humusa se bo na območju objektov in dostopnih poti odstranila
IG1a	Qal	0,5 - 2,0	Peski, meljasti peski (SP, SM /Sa, SiSa).	Na območju objektov in dostopnih poti se odstrani.
IG1b	Qal	2,0 - 11,0	Peščeni in meljasti prodi (GP,GM/saGr,sasi Gr).	Dobro nosilna plast, primerna za temeljenje. Visoko prepustna, pri izkopu silosa jo bo potrebno podpirati in zagotavljati odvodnjavanje. Primerna za vgradnjo.
IG2a	M5-7	11,0- >160,0	Meljasti peski in peski (SM,SM-ML/Si, saSi).	Dobro nosilna plast, primerna za temeljenje. Nizko prepustna, pri izkopu silosa jo bo potrebno podpirati in zagotavljati odvodnjavanje. Pri globljih izkopih možen pojav hidravličnega loma tal. Pogojno primerna za vgradnjo.
IG2b			Peščeni melji in melji (ML/saSi, Si)	

Prvi dve IG enoti za projektiranje odlagališča nimata posebnega pomena, saj bosta pred gradnjo odstranjeni z lokacije in nimata širših bočnih vplivov, kar pomeni, da ob njunem izkopu ne bodo potrebni posebni ukrepi zaščite pred porušitvami in ob tem ne bo vpliva na okolico izkopa. Osnovo za delitev enote IG2 na dve podenoti predstavljajo sejalne analize in pa rezultati CRA (Complex Reservoir Analysis) analize - izračunani parametri celotne in efektivne poroznosti po globini vsake vrtnice iz rezultatov karotaže, ki je dala zvezno krivuljo razmerja med peskom in meljem po globini vrtin. Večji del gradnje silosa bo potekal v enoti IG2b (osrednji del). Izkop povsem zgornjega dela silosa bo potekal v enoti IG1b, sledil bo krajši del (okvirno do globine 30 m) pretežno v enoti IG2a. Navzdol bo gradnja potekala do globine 60 m v enoti IG2b, dno silosa bo pa izvedeno pretežno spet v enoti IG2a. Med izvajanjem raziskav se je pokazalo, da dodatna prisotnost vode zmanjša trdnostne lastnosti zemljine kar se ustrezno upošteva pri projektiranju in gradnji odlagališča NSRAO [34]. Rezultati raziskav geomehanskih lastnosti tal kažejo, da so plasti dobro nosilne, nizko prepustne za vodo in so primerne za temeljenje. Ob izkopu silosa bo potrebno zagotavljati ustrezno podpiranje in odvodnjavanje.

7.3.5 Seizmološke lastnosti lokacije

Seizmološke lastnosti so povzete po dosedanjih študijah, ki so bile izvedene za potrebe odlagališča NSRAO in upoštevajo vse dosedanje raziskave na tem področju na območju Krške kotline.

Temeljna strukturna značilnost Krške kotline je sinklinalna zgradba. Z njo sta povezana gubanje in kompresijska tektonika. Širše območje Vrbine je tektonsko precej deformirano. Glavni prelomi imajo smer NW-SE in NE-SW, nekateri pa E-W. V današnjem tektonskem napetostnem polju z osjo glavnega stiska približno v smeri N-S pričakujemo na prvih desnozmčne, na drugih levozmčne, na tretjih pa reverzne zdrse. Premiki na prelomih v smeri N-S pa naj bi imeli pomembno komponento normalnega premika. Najpomembnejši prelom je prečno dinarsko (NE–SW) usmerjen levozmčni Orliški prelom. Tudi Artiškega preloma ne gre zanemariti kljub nekaterim dvomom o njegovem obstoju, saj je bil v verjetnostni analizi potresne varnosti (PSHA) NEK 2004 privzet kot pomemben potresni izvor. Po raziskavah v letu 2006 pa bi lahko bila za lokacijo Vrbina pomembna domnevna prelomna cona približne širine 100 m zaradi njenega možnega poteka ob vzhodni meji lokacije. Cona sestoji iz večjega števila med seboj nepovezanih, skoraj navpičnih do navpičnih prelomov in je prekrita s tektonsko neporušenimi kvartarnimi sedimenti.

Na podlagi poročila Final Report Characterization of the Libna Fault and Tectonic Framework of the Krško Basin [65] izhaja, da Libenski prelom zelo verjetno ni prelom, za katerega obstaja možnost pretrga do ali blizu površja (t.i. "capable fault"). Iz poročila tudi izhaja, da so varnostna tveganja, povezana s prelomom Libna, inženirsko nepomembna in znotraj upravnih omejitev.

Lokacija Vrbina se nahaja v Krški kotlini, ki je med potresno najdejavnejšimi območji v Sloveniji, o čemer pričajo zgodovinski opisi in podatki (potres 29.1.1917 z nadžariščem severno od Brežic, magnitudo 5,6 in globino žarišča med 6 in 13 km je bil zadnji večji potres v bližnji okolici lokacije Vrbina), pa tudi dokaj pogosta, čeprav razmeroma šibka potresna dejavnost. Omenjeni Orliški prelom, ki je domnevno recentno aktiven, je verjetno najpomembnejša seizmogeni struktura in s tem za oceno potresne nevarnosti najpomembnejši potresni izvor na širšem območju lokacije Vrbina [66].

Pri ocenjevanju potresne nevarnosti na lokaciji Vrbina se lahko opremo na obstoječo oceno potresne nevarnosti na lokaciji NEK. Na podlagi te ocene in novih vhodnih podatkov z območja same lokacije odlagališča NSRAO je bilo pripravljeno poročilo Izvedba seizmološke analize lokacije za objekt odlagališča NSRAO Vrbina [67]. Dokument je pripravila Agencija Republike Slovenije za okolje v marcu 2015 in predstavlja podporni dokument končne študije Seizmične obremenitve pripovršinskega odlagališča NSRAO Vrbina, iz katere izhajajo priporočila za projektiranje odlagališča NSRAO [68], ki pa je bila dopolnjena z določitvijo projektnih potresnih parametrov za izračun praznega silosa [69]. Pri določanju seizmičnih obremenitev se upoštevajo tudi ugotovitve študije "Seismic Design Requirements for LILW Repository in Slovenia" [70].

Na podlagi teh dokumentov in ob upoštevanju potrjenega in revidiranega seizmotektonskega modela tega območja, so za območje odlagališča NSRAO definirani naslednji največji pospeški tal (PGA):

Povratna doba (let)	PGA (g)
5.000	0,56
10.000	0,68
15.000	0,75

Za potrebe projektiranja in izvedbe silosa pa je potrebno upoštevati tri stanja in sicer, prazen silos, silos napolnjen do polovice in poln (zaprt) silos. Pri projektiranju za posamezna stanja se uporabljajo različne povratne dobe potresa. V vseh treh primerih se za dinamične analize uporabijo isti časovni poteki pospeškov, vendar različno normirani. Absolutne vrednosti PGA na izdanku trdnih tal in pripadajoči faktorji, s katerimi je treba pomnožiti akceleroگرامe, so naslednji:

- Prazen silos: Povratna doba 1000 let, PGA = 0,36g, faktor = 0,84
- Silos poln do polovice: Povratna doba 2500 let, PGA = 0,47g, faktor = 1,10
- Poln (zaprt) silos: Povratna doba potresa 15000 let, PGA = 0,75g, faktor = 1,75

Zaradi vpliva lokalnih tal se pospeški na površini povečajo v primerjavi s pospeški na izdanku skale. Pospeški se zmanjšujejo z globino. Primerjava s spektri po Evrokodu 8 je pokazala, da je za analize »nejedrskih« objektov najbolj primeren spekter za tla tipa C.

Na spletni strani Uprave RS za jedrsko varnost [71] pod rubriko "O potresni nevarnosti NEK", je zaradi interesa javnosti, dostopna aktualna dokumentacija z izmenjavo strokonih stališč na temo potresne varnosti obravnavanega območja.

7.4 Fizikalno-kemijske in geokemijske lastnosti

Fizikalno kemijske lastnosti lokacije so povzete po zadnji interpretaciji teh lastnosti, ki jih je ARAO pridobil v okviru Glavnih raziskav geo in hidrosfere v letu 2015 [34] in upoštevajo rezultate vseh prejšnjih faz raziskav.

Rezultati izvedenih preiskav opredeljujejo zemljine na lokaciji Vrbina kot rahlo bazične. Vrednosti pH v splošnem nekoliko naraščajo z globino in se gibljejo med 8,0 in 9,1 kar je v skladu s pričakovanji glede na mineraloško sestavo. Od glavnih prvin so bile določene vsebnosti natrija, kalija, kalcija, aluminija, magnezija, železa in mangana. Vsebnost organskih snovi se z globino praktično ne spreminja in je ocenjena kot nizka. Od slednih prvin so bile določene vsebnosti kadmija, bakra, niklja, kroma, kobalta, arzena in cinka. Te v preiskovanih zemljinah ne presegajo imisijske mejne vrednosti, določene za posamezno kovino. Specifična površina preiskovanih vzorcev zemljin miocenske starosti je nizka in se giblje med 30 in 42 m²/g. Podobno velja tudi za kationsko izmenjalno kapaciteto, ki je za potencialno (določena pri konstantnem pH) v območju od 7,5 do 8,5 cmol+/kg, za efektivno (določena brez vpliva na pH) pa v nekoliko širšem območju, od 6,2 do 10,6 cmol+/kg. To so vrednosti, ki so značilne za prisotnost mineralov illita in kaolinita. Opravljeni so bili sorpcijski testi za sorpcijo Sb³⁺, Pb²⁺ in Zn²⁺ ter podani kvantitativni rezultati v obliki linearnih in nelinearnih sorpcijskih izoterm. V zemljini prisotno železo tako imobilizira Sb, Zn, in Pb, podobno pa tudi prisotni karbonati imobilizirajo Pb. Ob delnem raztapljanju in precipitiranju Fe mineralov in alumosilikatov nastaja še več prostih sorpcijskih mest, ki jih je lahko zasedejo nevezani kationi, zaradi česar je njihov transport skozi miocenske sedimente še bolj upočasnen. Na podlagi opravljenih raziskav izluževanja tako z destilirano vodo kot tudi s podzemno vodo, je ocenjeno, da je topnost na obravnavani lokaciji nizka in da je pora voda v ravnotežju z zemljino (sedimentom). Ocenjeno je, da procesi raztapljanja karbonatnih in drugih prisotnih mineralov v naravnih pogojih potekajo le v manjši meri. V močno kislih pogojih prihaja do raztapljanja in s tem povezanega izluževanja Ca in Mn ter tudi Fe in Si, pri čemer zemljina izkazuje visoko pufrno sposobnost.

Na podlagi hidrogeološke in geokemične interpretacije rezultatov nabora opravljenih analiz podzemne vode in zemljin je podana naslednja interpretacija razmer v podzemni vodi na območju Vrbine. Kemizem podzemne vode je vezan na prostorsko raztezanje vodonosnih struktur; glede na hidrogeokemične razmere ločimo plitev holocensko kvartarni vodonosnik in globoke vodonosne strukture v miocenskih plasteh. Za holocensko kvartarni vodonosnik je značilna hidrogeokemija sistema tipa vod Ca^{2+} - Mg^{2+} - HCO_3^- , ki se nahajajo v plitvem vodonosniku, ki ga opredelimo kot hidrodinamsko in termodinamsko odprt sistem. Te vode so v ravnotežju s talnim CO_2 . Plitve vode so, glede na karbonatne minerale, podnasičene, v vodah je zaznaven vpliv nekarbonatnih mineralov. Plitvi vodonosnik opredeljujemo kot območje prehoda iz oksidacijskih v redukcijske pogoje. Posebno skupino znotraj plitvega vodonosnika tvorijo vode, zajete z vrtnama, ki sta pod vplivom odlagališča komunalnih odpadkov. Za globok miocenski akviklud so značilni tipi vod Na^+ - Ca^{2+} - HCO_3^- - SO_4^{2-} , kjer pa razmerje med glavnimi komponentami ni stabilno. To vodonosno strukturo opredelimo kot hidrodinamsko zaprt vodonosnik in termodinamski sistem, v katerem ni neposredne izmenjave mase s površjem. Zanj je značilen bazičen kemizem podzemne vode, ki je posledica prisotne združbe mineralov v sedimentu; terenske meritve in rezultati geokemijskih simulacij kažejo na $\text{pH} > 8,5$. Povprečne pH vrednosti se nahajajo na intervalu $9,0 < \text{pH} < 9,5$. V globoki vodonosni strukturi miocena je zaznano visoko prenasičenje podzemne vode glede na nekatere kalijeve minerale (sljude, biotit), vode so prenasičene tudi glede na karbonatne minerale (dolomit in kalcit). Podzemne vode v tej strukturi se nahajajo v izrazito redukcijskih razmerah. Za globoko vodonosno strukturo je značilen zelo nizek parcialni tlak CO_2 , kar potrjuje prisotnost zaprte vodonosne strukture [34].

7.5 Meteorološke lastnosti lokacije

Meteorološke raziskave za lokacijo odlagališča NSRAO Vrbina, ki so povzete v tem poglavju, so bile izdelane v okviru hidroloških in meteoroloških raziskav izdelanih za potrebe umeščanja odlagališča v prostor [26]. Preostali podatki so bili pridobljeni iz študij in poročil, ki pokrivajo širše območje lokacije za odlagališče NSRAO.

1. Padavine

Količina padavin se na obravnavanem območju polagoma zmanjšuje proti vzhodu. Po podatkih klasične meteorološke postaje v Sevnici, ki je locirana bolj proti zahodu, je bilo v standardnem 30-letnem klimatološkem obdobju 1961-1990 povprečno 1100 mm padavin na leto, na Sremiču in Gornjem Lenartu pa že za okrog 50 mm letno manj. Padavinski režim ima razpoznavne orografske vplive (več padavin v hribovju), kar pogojujejo tudi mikroklimatske razmere. Podatki po mesecih kažejo za povprečje dokaj enakomeren padavinski režim, ki ima maksimum v juniju, juliju in avgustu ter osamljeni maksimum novembra, minimum pa januarja in februarja. Najbolj namočeni poletni meseci imajo v povprečju približno dvakrat toliko padavin kot najbolj suhi zimski. Relativno veliko je padavin poleti, kar pomeni, da so to pretežno padavine iz ploh in neviht. Tako kot sicer po vsej Sloveniji pa je tudi tu sekundarni povprečni maksimum padavin novembra (vendar z visoko med-letno variabilnostjo!) – zaradi jesenskih deževij ob prehodih front preko Slovenije. Močne padavine so predvsem poleti v juliju in avgustu. Izmerjene polurne količine padavin kažejo, da je povratna doba za polurne količine padavin nad 5mm približno dva tedna. Za močnejše padavine so povratne dobe: za 10 mm ali več v pol ure približno en mesec, za 20 mm ali več v pol ure okrog dva meseca in pol, za 30 mm ali več v pol ure je povratna doba okrog pol leta, za zelo intenzivne padavine nad 40 mm v pol ure pa več kot dve leti. V okviru raziskav za odlagališče NSRAO so bile izvedene tudi

posebne meritve z avtomatskimi registrirnimi dežemeri z namenom podrobno razbrati morebitno krajevno in časovno variabilnost padavin. Vsote količin padavin kažejo zelo majhne razlike v merjenih količinah. Iz minutnih časovnih razporeditve količine padavin sledi, da se pogosto pojavlja več režimov: npr. silovit začetek, potem vedno bolj umirjene padavine (kar je ponavadi značilnost nevihtnih padavin), ali pa obratno: počasen začetek padavin in potem okrepitev do močnih padavin (kar je ponavadi povezano s frontalnimi padavinami).

Sneženje lahko s precejšnjo verjetnostjo pričakujemo v vseh zimskih mesecih (dec-febr), pa tudi novembra in marca. Le redko sneži aprila in le izjemoma maja. Vendar standardne deviacije kažejo, da so tudi pozimi variacije med leti precejšnje – od dokaj “ zelenih” zim do dokaj “ belih”. Zanimivo pa je, koliko je variabilnost manjša na Sremiču: kadar na okrog 200 m višje ležečem Sremiču sneži, spodaj na savski ravnini pogosto dežuje. Torej je takrat, ko sneži na Sremiču, precej pogosto meja sneženja nekako med 150 – 350 m nadmorske višine in tedaj »spodaj« (na območju lokacije odlagališča NSRAO) dežuje.

2. Evaporacija in evapotranspiracija

Za oceno evaporacije in so bile uporabljene meritve iz avtomatske meteorološke postaje NEK. Dnevna evaporacija se oceni iz evapotranspiracije s tem, da se vrednost dnevne referenčne evapotranspiracije pomnoži z določenim koeficientom. Velikost koeficienta je odvisna od povprečnih dnevnih vrednosti relativne vlažnosti in hitrosti vetra. Vrednosti, ki jih dnevna referenčna evapotranspiracija lahko doseže, so v povprečju poleti do maksimalno 6,5 mm/dan, pozimi pa so okoli 1 ali manj mm/dan.

3. Temperatura

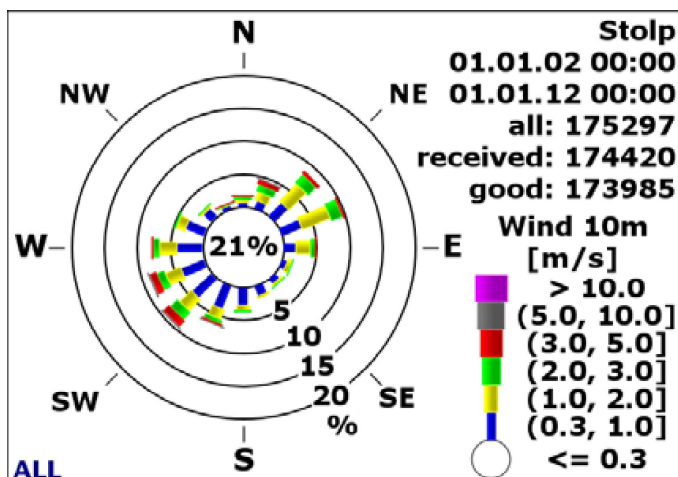
Za širše območje Krškega so značilna sorazmerno vroča poletja in relativno mile zime. Povprečne januarske temperature so pod lediščem, povprečne julijske pa skoraj 20°C. Za ravninske lege so značilne pogoste temperaturne inverzije, ki imajo bistven vpliv na disperzijo primesi v zraku. Pojavljajo se predvsem ponoči in zjutraj, dopoldne pa se običajno razkrojijo. Inverzije so močnejše v zimskem času. Povprečna višina inverzij je okoli 90 do 110 m.

4. Vlažnost zraka

Najbolj vlažna so obdobja v zimski polovici leta. V povprečju pa tudi poleti ni zelo suho (povprečja nad 75% z nizkimi standardnimi deviacijami). Standardne deviacije dnevnih vlažnosti pa so precej večje. To pomeni, da je le redko cel mesec zrak dokaj vlažen – pojavljajo se razlike med posameznimi obdobji, ki v mesečnih povprečjih izravnavajo razmere med bolj »suhimi« in bolj »vlažnimi« dnevi (ti so pogosto povezani s padavinami).

5. Vetrovi

Območje Slovenije je zaščiteno pred zahodnimi vetrovi z Alpami in Dinarskim gorovjem. Veter je zato tudi na obravnavani lokaciji na splošno šibak. Zelo podrobno se veter meri na lokaciji NEK. Roža vetrov (pogostnosti iz posameznih smeri v % po pripadajočih razredih hitrosti v m/s) nam pove, da tudi tu, kot po vsej Sloveniji prevladujejo jugozahodniki in severovzhodniki in da so ti vetrovi lahko tudi relativno močni (nad 5 m/s)[25]. To nam kažejo tudi podatki meritev, ki se izvajajo na lokaciji nuklearne elektrarne Krško (slika 7-7).



Slika 7-7: Roža vetrov na merilnem mestu NEK Stolp v obdobju 2002-2011 [72].

Najvišje zabeležena hitrost vetra na merilnih postajah na širšem območju lokacije je bila 26,5 m/s, najvišje pol urne povprečne hitrosti vetra pa do 12,1 m/s. Za obravnavano območje ne obstajajo podatki o pojavu hudih vremenskih dogodkov kot so orkani. Se pa v sezoni od maja do avgusta pojavljajo nevihte, ki pa nimajo pomembnih vplivov na objekte in infrastrukturo [72].

6. Osončenje

Po študiji o razpoložljivi sočni energiji v Sloveniji povzamemo, da je dotok sončne energije na horizontalna tla na tem območju (brez upoštevanja senc zaradi hribov) letno okrog 1230 kWhm⁻². Upoštevanje reliefa pa pove, koliko je energije na nagnjena tla: prisoje seveda dobijo več, osoje pa manj. Za lokacijo odlagališča NSRAO, ki je na pretežno horizontalnih tleh in pretežno odprta proti jugu, vzhodu in zahodu daje ta vrednost kar dober približek dejanski sončni energiji.

7.6 Lastnosti biosfere

Lastnosti biosfere so povzete po Okoljskem poročilu za odlagališče NSRAO.

Območje lokacije odlagališča NSRAO je v planski rabi prostora uvrščeno med območje najboljših kmetijskih zemljišč in je v celoti v izrabi kot njivsko zemljišče. Pridelovalen potencial kmetijskih zemljišč obravnavanega območja pogojuje globina tal ter vsebnost proda v talnem profilu. Pridelovalen potencial je najmanjši v plitvi obliki, 49 bonitetnih točk, v srednje globoki obliki se povzpne do 60 bonitetnih točk, medtem ko znaša pridelovalen potencial globoke oblike 81 bonitetnih točk. Z ozirom na površinske deleže posameznih oblik lahko zaključimo, da je obravnavani kmetijski prostor sorazmerno dobre kvalitete, saj je v povprečju višji od 55 bonitetnih točk [73].

Vodni viri: Na območju lokacije odlagališča NSRAO in v njeni bližini ni zaščitenih vodnih virov, lokacija leži izven varstvenih pasov vodnih virov. Vsa zajetja pitne vode so na desnem bregu reke Save. Lokacija odlagališča leži izven varstvenih pasov vodnih virov in zato tudi kakovost vode na tem območju z vidika izrabe vode ni relevantna.

Z vidika kakovosti zraka je na podlagi Sklepa o določitvi območij in stopnji onesnaženosti zaradi žveplovega dioksida, dušikovih oksidov, delcev, svinca, benzena, ogljikovega monoksida in ozona v zunanjem zraku [74] (od leta 2017 Odredba o razvrstitvi območij, aglomeracij in podobmočij glede na onesnaženost zunanjega zraka (Uradni list RS, št.

38/2017)) je obravnavano območje razvrščeno v območje onesnaženosti zraka 2c, ki sodi v I. stopnjo onesnaženosti, saj je raven onesnaženosti z žveplovim dioksidom višja od predpisane mejne vrednosti, medtem ko so ravni onesnaženosti z drugimi onesnaževali ustrezne [73].

Glede na to, da se lokacija nahaja na območju intenzivnega poljedelstva, ni pričakovati prisotnost ogroženih zavarovanih rastlinskih vrst, ki bi jih bilo treba varovati s posebnimi varstvenimi režimi. Tudi v pasu 500 m okoli lokacije ni floristično pomembnejših območij. Na manjših površinah so sicer prisotni suhi in polsuhi travniki, ki pa se v floristično bogati obliki pojavljajo izključno na nasprotnem, to je desnem bregu reke Save. Na ožjem območju lokacije je pestrost favne izredno nizka, saj gre za intenzivno obdelovano monokulturno polje, ki je z naravnimi (reka Sava) in umetnimi ovirami (cesta, železnica z nasipi) ločeno od okolice. Zaradi intenzivnega načina kmetovanja z uporabo fitofarmaceutskih sredstev je pričakovana omejena prisotnost nevretenčarskih vrst (majhne populacije pogostejših vrst). Redkost žuželk pogojuje tudi redkost žužkojedih vrst vretenčarjev na tem območju. Med pticami na območju predvidenega posega najverjetneje ni gnezdilcev, se pa določene vrste tam redno pojavljajo. Pri terenskem pregledu je bilo na lokaciji opaženih več fazanov, pričakovati pa je tudi pojavljanje prepelice, grivarja, turške grlice, poljske sive vrane, čopastega škrjanca, srake in kanje ter morebiti pribe. Ostale vrste ptic se pojavljajo le izjemoma oz. le v preletu. Območje lokacije odlagališča NSRAO ne predstavlja ugodnega bivalnega in prehranjevalnega habitata za dvoživke. Obstaja domneva, da se na ožjem obravnavanem območju občasno pojavljajo posamezni osebki razmeroma pogostih vrst sekulja in navadna krastača. Prav tako to območje ne predstavlja ugodnega habitata za plazilce - občasno se lahko pojavljata le slepec in pozidna kuščarica. Območje ni namenjeno živinoreji, je pa namenjeno intenzivni pridelavi krme [73].

7.7 Transportne poti, infrastruktura in dejavnosti v okolici lokacije odlagališča

Krško je z ostalo Slovenijo povezano z avtocesto in z železnico.

Slabih 800m severno od lokacije odlagališča NSRAO, se nahaja glavna železniška proga Ljubljana - Zidani most - Zagreb - Beograd z gostim prometom v obeh smereh. Vzdušje železniške proge poteka tudi zmerno obremenjena lokalna cesta Krško – Brežice. Približno 4km južno od lokacije odlagališča NSRAO poteka avtocesta Ljubljana – Zagreb.

Predvidena je izgradnja nove cestne povezave Krško – Brežice (skozi industrijsko cono) ter izgradnja hitre proge - magistralna železnica. Iz Krškega je lokacija odlagališča NSRAO povezana z lokalno cesto (Vrbinska cesta), ki pa jo bo v veliki meri nadomestila nova cestna povezava Krško - Brežice.

Trasa transporta radioaktivnih odpadkov bo potekala preko novega priključka (dostopne ceste), ki bo zagotavljala prevoznost tovornih vozil s priklopniki. Dostopna cesta je načrtovana od rekonstruirane lokalne ceste do ograje odlagališča za NSRAO.

Zahodno od lokacije odlagališča se nahaja Nuklearna elektrarna Krško. Na območju Vrbine je z občinskimi prostorskimi akti določena poslovna cona v velikosti 700.000 m² in se nahaja severozahodno od lokacije odlagališča NSRAO. V neposredni bližini, na vzhodni strani lokacije za odlagališče NSRAO, se nahaja odlagališče komunalnih odpadkov in zbirni center Spodnji Stari Grad. V smeri proti jugovzhodu na razdalji 1,5 km se nahaja center varne in športne vožnje Raceland. Približno 600 m južno od lokacije odlagališča se nahaja akumulacijski bazen HE Brežice. Nekaj več kot 4 km južno od lokacije odlagališča NSRAO se nahaja vojaško letališče Cerklje ob Krki. Letališče je osrednje vojaško letališče v Sloveniji in je opremljeno predvsem za potrebe Slovenske vojske in tudi potrebe zavezništva Nato.

8 PREDPOSTAVLJENI ZAČETNI DOGODKI IN SCENARIJI – STANJA ODLAGALIŠČA

Scenariji za odlagališče NSRAO so bili pripravljene skladno z mednarodnimi priporočili [75], [76] in dobro prakso. Bolj podroben opis izbora scenarijev je opredeljen v okviru poročil o izvedbi varnostnih analiz in preračunov, za čas obratovanja v poročilu Operational Safety Assessment Report for Scenarios, Models and Results of Calculations [77] in za čas po zaprtju v poročilu Report on initial scenarios under post – closure conditions [78] ter v poglavju 7.2.3 osnutka Varnostnega poročila za obdobje obratovanja odlagališča in v poglavju 7.3.4. osnutka Varnostnega poročila za obdobje po zaprtju odlagališča NSRAO. V nadaljevanju je predstavljen povzetek metodologije izbora scenarijev in sama izbira.

8.1 Izbira in razvrstitev predpostavljenih začetnih dogodkov

Predpostavljeni začetni dogodek je dogodek, ki je prepoznan kot del projektnih osnov in ki lahko sproži pričakovani obratovalni dogodek ali nesrečo [1].

Skladno s priporočili Praktičnih smernic o vsebini varnostnega poročila [2] je izbira in razvrstitev predpostavljenih začetnih dogodkov razvrščena v dve podskupini:

- začetni dogodki za obratovanje, zapiranje in razgradnjo odlagališča
- določitev lastnosti, dogodkov procesov (FEPov) za obdobje po zaprtju odlagališča

Za izbiro začetnih dogodkov med obratovanjem (ki vključuje tudi fazo mirovanja), zapiranjem in razgradnjo odlagališča, je bila uporabljena lista predpostavljenih začetnih dogodkov, kot jo priporoča IAEA v GSG-3 [75] in je dopolnjena s pričakovanimi obratovalnimi dogodki, kot so definirani v dokumentu Referenčna dokumentacija - Obratovanje [79]. Merila za izbiro scenarijev med obratovanjem (ki vključuje tudi fazo mirovanja), zapiranjem in razgradnjo odlagališča ter utemeljitve glede izbire scenarijev nenormalnega obratovanja ter izločenih dogodkov oz. Scenarijev so podane v poglavju 7.2.3. osnutka Varnostnega poročila za odlagališče NSRAO Vrbina, Krško.

Za izbiro scenarijev po zaprtju odlagališča je bila pripravljena posebna baza FEPov [78], ki vsebuje FEP listo, ki izhaja iz ISAM projekta [80] in je bila uporabljena in preverjena v poročilu o razvoju scenarijev v okviru varnostnih analiz [78]. FEP-e lahko razumemo kot nabor predpostavljene začetne dogodke za fazo odlagališča po zaprtju. FEPi so bili pregledani in izločeni tisti, ki niso relevantni za odlagališče NSRAO Vrbina. Iz preostalih FEPov so bili razviti ustrezni scenariji. Merila za izbiro scenarijev po zaprtju odlagališča in ustrezne utemeljitve glede izbire upoštevanih scenarijev ter izločenih dogodkov oz. scenarijev so podane v poglavju 7.3.4. osnutka Varnostnega poročila za odlagališče NSRAO Vrbina, Krško.

8.2 Scenariji normalnega obratovanja in normalnega razvoja dogodkov po zaprtju odlagališča

V okviru normalnega obratovanja se odvijata tako imenovana scenarija normalnega obratovanja za obdobje obratovanja odlagališča in scenarij normalnega razvoja dogodkov po zaprtju (imenovan tudi "nominalni" scenarij), ki predvidevata, da se vsi dogodki, procesi odvijajo skladno z načrtovanim, in da lastnosti posameznih SSK-jev ne odstopajo od načrtovanih [32].

Scenarij normalnega obratovanja in normalnega razvoja dogodkov po zaprtju odlagališča predstavljata naslednji potek dogodkov in procesov:

- Odpadki se za odlaganje pripravijo v NEK, pakirajo se v KPE, ki ustreza merilom sprejemljivosti,
- Izvede se transport odpadkov do odlagališča NSRAO (odgovoren pripravljenec odpadkov na odlaganje – NEK),
- Na odlagališču se izvede sprejem odpadkov, ki vključuje vizualno kontrolo KPE, meritev sevanja na površini KPE, preverjanje dokumentacije,
- Ob izpolnjevanju vseh zahtev se nadaljuje odlaganje. Pri tem se KPE transportira do nadstrešnice in odlagalnega silosa, kjer se KPE odloži s portalnim žerjavom na v naprej določeno pozicijo v odlagalnem silosu,
- V silosu med obratovanjem deluje drenažni sistem, ki zajema in odvaja potencialno proniklo vodo,
- V primeru scenarija SA. 3 po odložitvi slovenske polovice obratovalnih odpadkov nastopi faza mirnovanja, ki predstavlja podfazo faze obratovanja – le da ni odlaganja KPE.
- Po zapolnitvi silosa (ali pa tudi že med obratovanjem) se zapolni prazne prostore med zabojniki in steno silosa s polnilnim materialom. Na vrhu odlagalne enote se izvede betonska plošča.
- Nad tem se vgradi plast gline, ki predstavlja dodatno pregrado med silosom in kvartarnim vodonosnikom.
- Po zaprtju se prične s fazo aktivnega in pasivnega nadzora odlagalnih enot, ki traja 300 let.
- Inženirske bariere pričnejo postopno degradirati.
- Predpostavljeno je, da se v okolici odlagališča (100 m) nahaja naselje, kjer živi družina, ki za svojo oskrbo uporablja vodnjak izvrtan v kvartarni vodonosnik.

Scenarij normalnega razvoja dogodkov vsebuje tudi nekaj podscenarijev:

- Alternativni model degradacije inženirskih pregrad, kjer pregrade odpovedujejo zaporedoma,
- Upoštevanje biosfere brez vodnjaka - vsa potrebna voda se zajema iz reke,
- Upoštevanje biosfere, kjer se voda iz vodnjaka uporablja za namakanje poljščin,
- Upoštevanje biosfere, kjer se voda iz vodnjaka uporablja za napajanje živine.

8.3 Scenariji nenormalnega razvoja dogodkov med obratovanjem in po zaprtju odlagališča

Ostale možne scenarije nenormalnega obratovanja [81] in spremenjenega razvoja dogodkov po zaprtju odlagališča [32], delimo na:

Pričakovani obratovalni dogodki (nenormalno obratovanje),

- presežena avtorizirana mejna doza;
- izguba zunanjega električnega napajanja;
- okvara vozila za prevoz NSRAO na območju odlagališča;
- okvara dvigala nad silosom;
- okvara črpališča v silosu in ob kontrolnem bazenu;
- odpoved sistema za javljanje požara;
- odpoved protipožarnega sistema;
- odpoved sistema za evidentiranje podatkov o NSRAO;

- odpoved naprav za merjenje izpustov in radiološki monitoring; in
- zavrnitev pošiljke z NSRAO.

Scenarije spremenjenega razvoja dogodkov po zaprtju odlagališča pa na:

- Zgodnja porušitev umetnih - inženirskih pregrad
- Meandriranje reke in površinska erozija
- Nenameren vdor človeka
- Sprememba hidroloških pogojev

Poleg zgoraj naštetih stanj prepoznamo še nesreče. Te so za primer odlagališča NSRAO:

izredni projektni dogodki in nesreče (projektni dogodki)

- požar,
- padec zabojnika (ni možen med obdobjem mirovanja)
- padec letala (ki vključuje eksplozijo in požar),
- teroristični napad
- potres (po potresu sledi zaustavitev obratovanja in preveritev SSK)

8.3.1 Scenarij požara

V okviru varnostnih analiz [78] je bila izdelana analiza scenarijev, kjer je bil predviden scenarij požara in eksplozije, ki je kombinirana s požarom. Verjetnost za vse te dogodke kot tudi kombinacije je majhna. Analiza scenarijev požara je podrobneje predstavljen v 7. poglavju osnutka Varnostnega poročila za odlagališče NSRAO Vrbina, Krško. Požar je kot scenarij obravnavan kot posledica več začetnih dogodkov. Razdeljen je na dva podscenarija. Prvi je požar v tehnološkem objektu, drugi pa požar v hali nad silosom. Pri tem je konzervativno privzeto, da požar zajame pakete iz najbolj aktivnih tokov odpadkov iz NEK in CSRAO. Vpliv dogodka je ocenjen za predstavnike delavcev pa tudi za prebivalstvo na tem območju. V scenarij požara je vključena tudi možnost požara v prometni nesreči na cesti. Na odlagališču bo na površini na enkrat le ena ali dve KPE, ki so lahko udeležene v takem požaru, ki pa je obravnavan v okviru scenarija eksplozije in požara. Ostale KPE bodo odložene najmanj 20 m pod površino in jih taka eksplozija ne bi prizadela. V primeru požara ARAO predvideva tudi pomoč PGE Krško.

8.3.2 Scenarij padec zabojnika

Scenarij padca zabojnika vključuje tri podscenarije:

- Padec zabojnika s treh metrov znotraj tehnološke zgradbe,
- Padec zabojnika z višine 50 metrov v silos in
- Padec zabojnika pri izvajanju transporta.

Ocenjen je vpliv dogodkov na predstavnike delavcev pa tudi na prebivalstvo na tem območju.

Scenarij padca zabojnika ne velja za obratovalno stanje mirovanja, ko na odlagališče ne bo sprejema NSRAO in ne bo potekalo odlaganje zabojnikov (KPE) z NSRAO. V primeru scenarija padca zabojnika v silos je bila kot najbolj neugodna prepoznana varianta, ko KPE pade na dno silosa ali na izravnalno plast, ki je položena na že odložene KPE. V primeru, da bi KPE padla na že odložene KPE bi prišlo do efekta, ko bi ostale KPE lahko bile poškodovane, vendar bi ublažile posledice padca KPE, tako, da bi bile skupne posledice manjše – prišlo bi do manjšega raztrosa. Ocenjujemo, da so posledice v primeru padca KPE na dno silosa ali na izravnalno plast največje in največ prispevajo k nastanku kontaminiranega oblaka. Bolj

podrobno je so različni scenariji padca zaboynika in njihove posledice predstavljeni v poglavju 7.2.3.2.1 Scenarij padca zaboynika v osnutka Varnostnega poročila za odlagališče NSRAO Vrbina, Krško.

8.3.3 Scenarij eksplozije (padec letala, teroristični napad)

Scenarij eksplozije vključuje med drugim tudi začetna dogodka terorističnega napada in padec letala. V primeru terorističnega napada je privzeto, da teroristi obidejo sistem varovanja in postavijo večjo količino eksploziva znotraj tehnološkega objekta. V primeru padca letala pa je privzeto, da se na poln silos (zapolnjen z zaboyniki najbolj aktivnih tokov odpadkov) brez končne zatesnitve zruši srednje veliko transportno ali veliko bojno letalo. Ocenjene so doze na posameznika v različnih oddaljenostih od eksplozije.

8.3.4 Scenarij potresa med obratovanjem odlagališča

Scenarij potresa med obratovanjem odlagališča NSRAO se obravnava skladno s točko 7.3.5 teh Projektnih osnov, kjer se v načrtovanje objektov pomembnih za jedrsko in sevalno varnost vključi protipotresno projektiranje objektov. V primeru kakršnega koli potresa med obratovanjem odlagališča NSRAO, ki bi lahko pustil posledice, ki bi vplivale na jedrsko in sevalno varnost odlagališča NSRAO je potrebno odlaganje odpadkov ustaviti in pregledati vse sisteme in predvideti ustrezne ukrepe.

Za odlagališče med obratovanjem se analizira dve stanji, to sta:

- Prazen silos, zapolnjen največ do polovice (obratovalna doba 10 let): Povratna doba 1000 let, $PGA_{na\ izdanku\ trdne\ hribine} = 0,36g$, faktor = 0,84, $PGA_{na\ površini} = 0,42g$
- Silos, poln vsaj do polovice (obratovalna doba 50 let): Povratna doba 2500 let, $PGA_{na\ izdanku\ trdne\ hribine} = 0,47g$, faktor = 1,10, $PGA_{na\ površini} = 0,55g$

Podrobneje je scenarij potresa predstavljen v poglavju 4.5.2. osnutka Varnostnega poročila.

8.3.5 Scenarij zgodnje porušitve inženirskih pregrad (potres po zaprtju odlagališča)

Ta scenarij predstavlja veliko število potencialnih začetnih FEPov (Features, Events, Processes), ki lahko vplivajo na sposobnost izolacije radioaktivnih odpadkov in zadrževanja radionuklidov. Ti FEP-i vključujejo naslednje začetne dogodke:

- večji potresni dogodek izven projektnih osnov,
- napake pri izdelavi ali gradnji in
- nepravilno obratovanje.

Scenarij zgodnje odpovedi je ovrednoten na enak način kot nominalni scenarij, le ob predpostavki zelo hitre degradacije fizikalnih lastnosti inženirskih komponent. Ta se prične ob koncu institucionalnega nadzora in po enem letu vse fizikalne lastnosti inženirskih pregrad, preidejo v stanje "odpovedi". Tako konservativna predpostavka je privzeta zato, da vključuje učinke različnih dogodkov in procesov, ki bi lahko vplivali na hitrost degradacije SSK-jev odlagališča.

Za odlagališče po zaprtju se analizira eno stanje, to je:

- Poln (zaprt) silos: Povratna doba potresa 15000 let, $PGA_{na\ izdanku\ trdne\ hribine} = 0,75g$, faktor = 1,75, $PGA_{na\ površini} = 0,87g$

Podrobneje je scenarij potresa predstavljen v poglavju 4.5.2. osnutka Varnostnega poročila.

8.3.6 Scenarij Meandriranje reke in površinska erozija

Naravne sile ali človekova dejavnost lahko v prihodnosti vpliva na to, da se lokacija toka reke Save spremeni in ta lahko teče nad odlagališčem. V tem primeru bo prišlo do erozije dela kvartarnih plasti in spremembe hitrosti in smeri vode v kvartarnem vodonosniku. Z vidika geologije ni možno, da bi bila v 10 000 letih erozija tako močna, da bi dosegla globino silosa in odloženih odpadkov. Glavni efekt spreminjanja toka reke je spreminjanje hitrosti in smeri toka podzemne vode ob (in skozi) odlagališču.

8.3.7 Scenarij nenamernega vdora človeka

Glede na lokacijo odlagališča in koncept odlaganja (pod podtalnico) je verjetnost za dogodek nenamernega vdora človeka zelo majhna. Glavni možni scenarij je vdor z vrtanjem, do katerega lahko pride po koncu institucionalnega nadzora (300 let po zaprtju). Ocenjena je doza na vrtalca, kot tudi na prebivalca, ki bi po vrtanju živel na tem območju.

8.3.8 Scenarij sprememba hidroloških pogojev

Večje število FEP-ov vodi k spremembi regionalnih hidroloških pogojev, ki jih moramo upoštevati pri varnostni oceni. Ti FEP-i so:

- naravne ali antropogene klimatske spremembe,
- izgradnja jezov ali drugih projektov na reki Savi in
- ostali indirektni ukrepi, ki spreminjajo obnašanje podzemne vode na lokaciji (npr. izvedba črpalnih vrtin v okolici lokacije odlagališča, izvedba drenažnih jarkov ipd.).

Ključni vplivi teh sprememb na odlagališče so sprememba smeri in hitrosti toka v bližnji okolici odlagališča in kvartarnem vodonosniku.

8.3.9 Kombinacija dogodkov

Glede na to, da je odlagališče NSRAO relativno preprost jedrski objekt in upoštevajoč stopenjski pristop, so bili v okviru varnostnih analiz [78] analizirani različni dogodki, scenariji, za katere lahko trdimo, da so mejni in njihove posledice predstavljajo zgornjo ovojnico vpliva, ki ga lahko tak objekt ima.

V fazi obratovanja odlagališča NSRAO bi lahko pričakovali kombinacijo dogodkov potres in padec zabojnika. Glede jedrske in sevalne varnosti v času take kombinacije dogodka, je le dogodek padca zabojnika tisti, zaradi katerega lahko pride do širjenja radionuklidov, poškodba silosne konstrukcije lahko vodi v širjenje po tem dogodku (po daljšem časovnem obdobju). Ker pa je odlagališče med obratovanjem objekt, na katerem bodo prisotni ljudje, se v tem primeru oceni nastale poškodbe in izvede ustrezna sanacija (sanacija zabojnika in silosa ali zalitje celotne poškodovane plasti, skupaj z zabojnikom z betonom). Podobno scenarij padca letala predstavlja dogodek, ki vključuje padec – trk, eksplozijo in požar in predstavlja zgornjo mejo vpliva kombinacij dogodkov med obratovanjem.

V fazi po zaprtju odlagališča je tak scenarij (predstavlja zgornjo mejo vpliva odlagališča na človeka in okolje) porušitev umetnih barier. V tem primeru je predvideno, da nobena od umetnih barier več ne opravlja svoje zadrževalne funkcije (fizično zadrževanje). Tak scenarij predstavlja kombinacijo dogodkov, ko ključno vlogo pregrad prevzame naravno okolje v katerem bo odlagališče zgrajeno.

8.4 Grafični prikaz stanj odlagališča

V tabeli 3 so prikazana stanja odlagališča NSRAO med obratovanjem v primeru normalnega in nenormalnega obratovanja, ter projektnih nesreč in dogodkov, ki presegajo projektne dogodke in nesreče. V tabeli 4 so prikazana stanja odlagališča NSRAO po zaprtju za scenarij normalnega razvoja in scenarij spremenjenega razvoja – izrednih dogodkov.

Stanja jedrskega objekta odlagališča NSRAO med obratovanjem				
Stanja odlagališča NSRAO	Normalno obratovanje	Nenormalno obratovanje	Projektna nesreča	Dogodki, ki presegajo projektne dogodke in nesreče
	Scenarij normalnega obratovanja, ki vključuje fazo odlaganja in mirovanja	<ul style="list-style-type: none"> - izguba zunanjega el. napajanja - Okvara dvigala nad silosom - okvara črpališča v silosu in ob kontrolnem bazenu - odpoved sistema za javljanje požara - odpoved protipožarnega sistema - odpoved sistema za evidentiranje podatkov o NSRAO - odpoved naprav za merjenje izpustov in radiološki monitoring - zavrnitev pošiljke z NSRAO - anomalije pri polnjenju praznin v silosu - presežena avtorizirana mejna doza 	<ul style="list-style-type: none"> - manjši požar - manjši potres 	<ul style="list-style-type: none"> - večji požar - padec zabojnika - padec letala (eksplozija in požar) - teroristični napad - večji potres

Tabela 3: Stanja odlagališča NSRAO med obratovanjem

Stanje odlagališča NSRAO po zaprtju		
Stanja odlagališča NSRAO	Scenarij normalnega razvoja	Scenarij spremenjenega razvoja – izredni dogodki
	<ul style="list-style-type: none"> - nominalni scenarij s podscenariji <ul style="list-style-type: none"> o Alternativni model degradacije inženirskih pregrad o Upoštevanje biosfere brez vodnjaka - vsa potrebna voda se zajema iz reke o Upoštevanje biosfere, kjer se voda iz vodnjaka uporablja za namakanje poljščin o Upoštevanje biosfere, kjer se voda iz vodnjaka uporablja za napajanje živine 	<ul style="list-style-type: none"> - Zgodnja porušitev umetnih - inženirskih pregrad - Meandriranje reke in površinska erozija - Nenameren vdor človeka - Sprememba hidroloških pogojev

Tabela 4: Stanja odlagališča NSRAO po zaprtju

9 TEHNIČNE ZAHTEVE ZA ODLAGALIŠČE NSRAO

V tem poglavju so predstavljene zahteve za osnovne tehnične lastnosti odlagališča, ki se nanašajo na predvidene objekte in vse življenjske faze odlagališča. Zahteve za odlagališče so strukturirane glede na potrebne obratovalne in tehnološke zmogljivosti odlagališča in zahteve za zagotovitev varnostnih določil upoštevajoč življenjske faze objekta: gradnjo, obratovanje, mirovanje, prenehanje obratovanja, razgradnjo, zaprtje odlagališč in dolgoročni nadzor ter vzdrževanje odlagališča.

Zahteve podane v tem poglavju so zahteve, ki so zapisane v strateških in investicijskih dokumentih države, se nanašajo na splošno veljavne mednarodne smernice o odlagališčih NSRAO, ki veljajo ne glede na izbrani koncept odlagališča ali pa so splošne zahteve za življenjske faze in predvidene objekte, ki so se razvile z razvojem in optimizacijo projekta izgradnje odlagališča ter spremembo zakonodaje.

V tem poglavju namenoma niso podane podrobnejše zahteve za posamezne SSK-je odlagališča in njihove scenarije razvoja, saj je mogoče doseči večino zahtevanih osnovnih lastnosti odlagališča NSRAO, kot npr. njegovo fleksibilnost glede zmogljivosti ali časa obratovanja, na več načinov, z različnimi koncepti odlaganja in izbranimi SSK-ji. Podrobnejše zahteve za posamezne SSK-je izbranega koncepta odlagališča in za njihove scenarije razvoja so podane v poglavju 11.

Kako so tehnične zahteve dejansko upoštevane je podrobneje določeno v poglavju 5 dokumenta osnutka varnostnega poročila [55], kjer je zapisano na kak način in kje v osnutku varnostnega poročila so te zahteve izpolnjene. Posebej je tudi navedeno, če niso in zakaj ne. Navedena so merila kot jih zahtevajo projektni pogoji in kako je utemeljeno njihovo izpolnjevanje v primeru bodočega odlagališča.

9.1 Namen gradnje odlagališča (potrebne obratovalne zmogljivosti in zahteve)

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

- 1) Namen gradnje odlagališča, potrebne obratovalne zmogljivosti in funkcionalne zahteve so določene v ReNPRRO16-25[4]:

Odlagališče mora biti opremljeno s tehnološkimi sistemi in napravami, ki so po tehnični plati nujno potrebni za odlaganje že pripravljenih odlagalnih zabojnikov. Priprava vseh NSRAO na odlaganje poteka v NEK, ki poskrbi tudi za prevoz zabojnikov, pripravljenih za odlaganje, do odlagališča. Za pripravo na odlaganje se uporabljajo odlagalni zabojniki, ki omogočajo razmeroma enostaven prevoz in ravnanja z njimi. Optimizirana zasnova odlagališča omogoča širitev odlagališča tako glede odlagalne zmogljivosti kot tudi glede zmogljivosti tehnoloških sistemov in naprav. Odlagališče bo grajeno postopno in z modularno gradnjo, ki bo omogočala prilagajanje potrebnim odlagalnim zmogljivostim, ponoven začetek obratovanja po obdobju mirovanja odlagališča in prilagajanje dejavnikom, ki lahko vplivajo na gradnjo, zmogljivost in delovanje odlagališča, kot so novi načini in tehnike odlaganja odpadkov, izboljšane ocene količine NSRAO iz razgradnje.

Pripravo NSRAO na odlaganje v NEK omogoča ZVISJV [3], ki v 95. členu upravljavcu jedrskega objekta dopušča skladiščenje in obdelavo radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva za potrebe izvajalca obvezne državne gospodarske javne službe ravnanja z

radioaktivnimi odpadki, če za tako ravnanje pridobi dovoljenje organa, pristojnega za jedrsko varnost.

II. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji

1) V 5. členu Uredbe o DPN je določena namembnost območja odlagališča:

- Na območju državnega prostorskega načrta se zgradi jedrski objekt za trajno odlaganje nizko- in srednje radioaktivnih odpadkov, ki nastajajo v Republiki Sloveniji.
- Odlagališče obsega vhodni del, ožje območje odlagališča in proste površine.

7. člen te uredbe med drugim določa, da se:

- Odlagališče izvede z zmogljivostjo odlaganja 9400 m³ odpadkov, ki nastajajo v Republiki Sloveniji.
- Odpadki odložijo v odlagalne zabojnike, ti pa v odlagalna silosa, od katerih ima vsak koristno prostornino 20.000 m³ in dno na globini 50–60 m glede na koto nasipa. Odlagalna silosa se umestita zahodno od tehnološkega objekta, ob južni meji območja državnega prostorskega načrta.
- Nad vsakim odlagalnim silosom se že pred začetkom gradnje postavi hala tlorisnih dimenzij največ 60 m × 41 m in višine največ 20 m. Po zaprtju silosa se hala odstrani.

38. člen določa dopustna odstopanja funkcionalnih, oblikovalskih in tehničnih rešitev, določenih s to uredbo, tudi za število in velikost silosov ter količine odpadkov:

- Velikost in število silosov se lahko spremenita, če se med nadaljnjimi raziskavami in načrtovanjem izkaže, da je to zaradi naknadno ugotovljenih geoloških, geomehanskih in hidrogeoloških lastnosti mikrolokacije ter zaradi preostalih tehnološko-tehničnih zahtev za odlaganje radioaktivnih odpadkov potrebno oziroma bolj smiselno.
- Dopustna so odstopanja od podatkov, prikazanih v kartografskih prilogah, in od količin, določenih s to uredbo, ki so posledica natančnejše stopnje obdelave projektov in rezultatov varnostnih analiz.

2) URSJV, priporočila in projektni pogoji k DPN, 1.B.15.

Potrebne kapacitete odlagališča naj bodo jasno opredeljene kot vhodni podatek v varnostne analize. Poleg inventarja NSRAO iz obratovanja in razgradnje NEK naj se pri načrtovanju kapacitet odlagališča in izdelavi varnostnih analiz upošteva možnost podaljšanja življenjske dobe NE Krško do leta 2043, možnost gradnje nove jedrske elektrarne, odpadke iz Centralnega skladišča radioaktivnih odpadkov in raziskovalnega reaktorja TRIGA v Brinju ter druge radioaktivne odpadke, ki nastajajo v Sloveniji.

III. Zahteve investitorja

1) Študija Razvoj rešitev tehnologije odlaganja [29] predlaga smiselno alternativo privzetih rešitev v IDP kot optimizacije rešitev pri katerih je investicija zmanjšana v največjem možnem obsegu, obratovanje odlagališča pa skrajno optimizirano. Zahteve za optimizacijo rešitev so naslednje:

- odlagališče je opremljeno le s tehnološkimi sistemi in napravami, ki so (po tehnični plati) nujno potrebni za odlaganje že pripravljenih odlagalnih zabojnikov;
 - priprava NSRAO na odlaganje se ne izvaja na lokaciji odlagališča NSRAO;
 - za pripravo na odlaganje se uporablja odlagalne zabojnike, ki zagotavljajo relativno enostavno izvedljivost transporta in ravnanja z njimi;
 - število redno zaposlenih na odlagališču je kar se da majhno; ter
 - optimirana zasnova odlagališča omogoča širitev odlagališča; tako glede odlagalne zmogljivosti kot tudi glede zmogljivosti tehnoloških sistemov in naprav.
- 2) V InvP Rev.C [19] je določeno, da mora zmogljivost odlagališča zadoščati za odložitev polovice NSRAO, ki bodo nastali med obratovanjem in razgradnjo NEK, ter za odložitev vseh NSRAO drugih slovenskih povzročiteljev. Za odložitev projektne količine zabojnikov bo treba zgraditi en odlagalni silos.
- 3) Po Inventory report [49] mora predvidena projektna odlagalna zmogljivost odlagališča zadoščati za 12000 t nepripravljenih NSRAO.

9.2 Zahteve glede tehnoloških zmogljivosti in drugih lastnosti odlagališča

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

- 1) Po 6. členu JV5[1] je pri projektiranju jedrskega objekta zaželeno uporabljati pasivne varnostne funkcije in s tem zmanjšati stopnjo odvisnosti od aktivnih varnostnih funkcij, nadzora in človeškega posredovanja za zagotavljanje varnosti.

Investitor ali upravljavec odlagališča mora projektirati odlagališče tako, da so tehnične pregrade fizikalno in kemično skladne med seboj, z odloženimi odpadki in lastnostmi lokacije [1].

Po prilogi 3 in 5 pravilnika JV5 morajo biti SSK, pomembni za varnost, projektirani tako, da zdržijo vplive naravnih pojavov, kakršni so potresi, tornadi, udari strel ali poplave, vključno s kombinacijo naštetega, in da preprečijo masivno zrušitev struktur objektov ali padce težkih predmetov zaradi te zrušitve na radioaktivne odpadke ali na SSK, pomembne za varnost. SSK za ravnanje s paketi morajo biti projektirani z upoštevanjem ukrepov za varstvo pred ionizirajočim sevanji, enostavnega vzdrževanja ter zmanjševanja verjetnosti in posledic dogodkov in nesreč. V odlagališču mora biti zagotovljena ustrezna oprema in embalaža za ravnanje s poškodovanimi paketi radioaktivnih odpadkov v kratkem času po odkritju poškodbe.

V odlagališču morajo biti zagotovljene rezervne skladiščne zmogljivosti ob izrednih dogodkih in poskrbljeno za ustrezne prezračevalne sisteme, ki zagotavljajo zadrževanje zračnih radioaktivnih delcev med normalnimi in nenormalnimi dogodki. Zadrževalni sistemi morajo imeti zagotovljen redni monitoring v takšnem obsegu, da upravljavec objekta lahko zazna, kdaj so potrebni popravni ukrepi za vzdrževanje varnega skladiščenja.

- 2) V skladu z Uredbo o območjih omejene rabe prostora zaradi jedrskega objekta in o pogojih gradnje objektov na teh območjih (UV3, Uradni list RS št. 36/2004, 1003/2006, 92/2014) mora biti središče jedrskega objekta od obstoječih in predvidenih površin za pozidavo oddaljeni najmanj za razdaljo, ki določa najmanjšo velikost širšega območja nadzorovane rabe in ga določi URSJV glede na največji projektni izpust radioaktivnih snovi iz jedrskega objekta v postopku izdaje soglasja o sevalni in jedrski varnosti.

II. Mednarodni standardi, načela in direktive

- 1) V skladu s stopenjskim pristopom naj se smiselno upošteva zahteve iz dokumenta IAEA Safety Standards Series (SSS), No. SSR-2/1, Specific Safety Requirements - Safety of Nuclear Power Plants: Design, 2012, kjer izhajajo zahteve, da morajo biti objekti, sistemi in komponente, vključno s programsko opremo za vodenje in nadzor, ki so pomembni za jedrsko in sevalno varnost najprej identificirani in nato razvrščeni glede na njihovo pomembnost za varnost. Objekti, sistemi in komponente, pomembne za jedrsko in sevalno varnost, morajo biti projektirani, zgrajeni in vzdrževani tako, da njihova kakovost in zanesljivost ustreza njihovi razvrstitvi.

III. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji

- 1) V 6. členu Uredbe o DPN je določena namembnost posameznih delov odlagališča.

Na območju za odlaganje odpadkov se umestita odlagalna objekta – dva vkopana silosa z dostopnim jaškom in revizijskimi hodniki. Silos je zaključen s halo in spremljajočimi manipulacijskimi površinami. Del območja za odlaganje odpadkov je predviden za razširitev odlagalnih kapacitet odlagališča.

7. člen te uredbe med drugim določa da:

- Se objekti na vhodnem delu, upravno-servisnem delu odlagališča ter na območju za obdelavo in pripravo odpadkov na odlaganje dimenzionirajo in umestijo v prostor glede na gradbeno-tehnične zahteve in zmogljivost odlagališča ter se načrtujejo kot samostojne zgradbe ali skupaj v sklopu enega ali več objektov.
- Umestitev odlagalnih in drugih objektov je dovoljena na površinah določenih za gradnjo objektov. Gradbena meja, prek katere objekti odlagališča ne smejo posegati, je prikazana v grafičnem delu tega državnega prostorskega načrta.
- Na robu ožjega območja odlagališča se postavi transparentna ograja. Območje za odlaganje odpadkov ter objekti za obdelavo in pripravo odpadkov na odlaganje se zavarujejo z dodatno ograjo. Višina in natančna lokacija ograj se določita v elaboratu fizičnega varovanja odlagališča.

Zgoraj podane zahteve iz Uredbe o DPN je potrebno upoštevati skladno z drugimi zahtevami in razvojem projekta, ki je predstavljen v poglavju 3 in predvideva izgradnjo enega odlagalnega silosa v primeru osnovnega scenarija in dveh odlagalnih silosov v primeru razširjenega scenarija ob pogoju, da bo z Republiko Hrvaško dosežen dogovor o skupnem odlaganju.

- 2) URSJV, priporočila in projektni pogoji k DPN, 1.B.15.

V nadaljnjih analizah je potrebno uporabiti dejanski inventar vseh NSRAO v Sloveniji in posvetiti več pozornosti vsebnosti radionuklidov, ki relativno največ prispevajo k sevalni obremenitvi okolja.

9.3 Zahteve glede faznosti gradnje in delovanja odlagališča

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

- 1) V ReNPRRO16-25 [4], strategija številka 4, je za osnovni in razširjen scenarij odlagališča predvidena dinamika obratovanja, mirovanja, razgradnje, zapiranja ter izvajanja dolgoročnega nadzora in vzdrževanja odlagališča.

- 2) Po 4. členu JV5 [1] mora investitor, ki namerava graditi sevalni ali jedrski objekt, ali upravljavec, ki namerava tak objekt razgraditi v projektnih osnovah zagotoviti, da bodo spoštovana varnostna določila iz varnostnega poročila, upoštevajoč vse življenjske faze objekta: projektiranje, gradnjo, poskusno obratovanje, obratovanje, prenehanje obratovanja, mirovanje, razgradnjo, zaprtje odlagališč, v primeru dolgoročnega nadzora odlagališč pa mora to zagotoviti izvajalec dolgoročnega nadzora. Faza mirovanja v primeru odlagališča je vmesna faza med obratovanjem in zaprtjem ali ponovnim obratovanjem odlagališča, ki je namenjena optimizaciji obratovanja odlagališča. V fazi mirovanja mora biti odlagališče v varnem stanju objekta v katerem so zagotovljene varnostne funkcije.

Če se gradnja, obratovanje, razgradnja ali zaprtje na odlagališču izvajajo hkrati, se morajo dela izvajati tako, da nimajo negativnega vpliva na obratovalno varnost in varnost po zaprtju.

Upravljavec odlagališča mora med gradnjo in obratovanjem objekta zbirati informacije, ki lahko prispevajo k vedenju o lastnosti lokacije in odzivu lokacije na prisotnost odlagališča.

II. Mednarodni standardi, načela in direktive

- 1) IAEA Technical Report Series no. 417: Considerations in the Development of Near Surface Repositories for Radioactive Waste, 2003 v poglavju 2.2. določa življenjske faze v delovanju odlagališča NSRAO:

- Predobratovalna faza, ki obsega izbiro odlagalnega koncepta, iskanje in določitev lokacije ter predvsem postopke pridobivanja zahtevanih dovoljenj in gradnje odlagališča. Običajno faza traja od 5 do 10 let, lahko tudi več.
- Obratovalna, kjer je odlagališče odprto in deluje oz. obratuje. Paketi z RAO, ki ustrezajo merilom sprejemljivosti so sprejeti na lokacijo in odloženi v odlagalne module. Hkrati obratujejo vsi pomožni objekti in sistemi za obdelavo in pripravo odpadkov. Ob koncu obratovalnega obdobja je potrebno pričeti s postopki za zaprtje. Sledi razgradnja objektov in sistemov ter odlaganje kontaminiranih materialov. Odlagališče se običajno zatesni in namesti ustrezen prekrov. V času zaprtja je potrebno izvajati nadzor, ki je lahko aktiven npr. v obliki monitoringa, vzdrževanja sanacije, ... in pasiven z omejevanjem dostopa do odlagališča ali hrambe zapisov o delovanju odlagališča. Običajno faza traja od 30 do 50 let, lahko tudi več.
- Faza po zaprtju z izvajanjem načrta dolgoročnega nadzora in vzdrževanja po odločbi organa pristojnega za jedrsko in sevalno varnost. Za preprečitev vdorov na odlagališče je potrebno zagotavljati kontroliran dostop na lokacijo odlagališča.

- 3) Potrebno je upoštevati priporočila iz dokumenta IAEA-TECDOC-1256: Technical considerations in the design of near surface disposal facilities for radioactive waste, 2001, glede izgradnje odlagališča, ki se nanašajo predvsem na postopke gradnje in izbiro materialov za gradnjo ter materialov za polnila iz poglavja 3.4.1, in priporočila glede obratovanja odlagališča v poglavju 3.4.2 o obdelavi, pripravi RAO, transportu ter vzdrževanju aktivnih in pomožnih sistemov odlagališča. Obdelavo in pripravo odpadkov na odlaganje je mogoče izvajati tudi na lokaciji nastajanja odpadkov.

III. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji

- 1) Poglavje IX. Uredbe o DPN omogoča etapnost izvedbe prostorske ureditve. Etape morajo biti funkcionalno zaključene celote ter se lahko gradijo in uporabljajo ločeno ali sočasno.

IV. Zahteve investitorja

- 1) V InvP Rev.C [19] je glede obratovanja odlagališča privzeta rešitev s prekinitvijo obratovanja po odložitvi razpoložljivih odpadkov in s ponovnim zagonom odlagališča v fazi razgradnje NEK. Za osnovni scenarij za odlagališče so privzeta naslednja časovna obdobja delovanja:
 - Faza načrtovanja odlagališča do pridobitve gradbenega dovoljenja za jedrski objekt se je začela v letu 2010 in bo zaključena s pridobitvijo gradbenega dovoljenja za jedrski objekt;
 - Faza triletna gradnje odlagališča po pridobitvi gradbenega dovoljenja;
 - Faza dveletnega poskusnega obratovanja ob koncu katere bo pridobljeno uporabno dovoljenje in na podlagi tega dovoljenje za obratovanje;
 - Fazi poskusnega obratovanja sledi faza triletnega rednega obratovanja, ko bodo leta 2024 odloženi vsi NSRAO iz NEK in drugi slovenski NSRAO, ki bodo ustrezali merilom sprejemljivosti. Odlagališče bo po koncu rednega obratovanja leta 2025 prešlo v fazo mirovanja in bo začelo ponovno delovati leta 2050 in bo delovalo ves čas razgradnje do leta 2061.
 - Faza zapiranja in razgradnje odlagališča 2061-2062, v letu 2061 se bo izvedla razgradnja odlagališča in v letu 2062 zapiranje odlagališča;
 - Faza priprave na oddajo odlagališča v dolgoročni nadzor po zaprtju odlagališča
 - Faza izvajanja aktivnega dolgoročnega nadzora, ki bo trajal od nekaj deset let do največ 300 let po zaprtju (dolžina bo določena na podlagi varnostne analize);
 - Faza pasivnega dolgoročnega nadzora, ki bo trajal največ 500 let po zaprtju odlagališča (dolžina bo določena na podlagi varnostne analize);
 - Faza neomejene rabe lokacije odlagališča po koncu pasivnega nadzora, ko preide območje odlagališča v neomejeno rabo.
- 3) V časovnem obdobju mirovanja odlagališča je potrebno predvideti zmanjšan obseg posameznih funkcij odlagališča do takšne mere, kot so nujno potrebne, da se zagotovi varno mirovanje odlagališča do naslednje faze odlaganja [2].

9.4 Zahteve glede zapiranja in razgradnje (pripravljenost na razgradnjo)

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

- 1) Po ZVISJV[3] razgradnja objektov vključuje postopke dekontaminacije in odstranitev objekta ali postopke demontaže ter odstranitev radioaktivnih odpadkov in izrabljenega goriva iz objekta, zaprtje odlagališča, ki sledi končani razgradnji odlagališča pa je dokončanje vseh ukrepov, ki jih je treba izvesti za zagotovitev dolgoročne varnosti odlagališča. Po 61. členu mora imeti upravljavec jedrskega objekta za izvajanje predpisanih ukrepov sevalne ali jedrske varnosti zagotovljena finančna sredstva do zaključka razgradnje in za njegov dolgoročni nadzor po njegovem zaprtju. Sredstva morajo biti zadostna tudi za plačilo vseh stroškov ravnanja z radioaktivnimi odpadki, ki nastajajo med njegovo razgradnjo ali dekontaminacijo.
- 2) V skladu z ReNPRRO16-25[2] bo za osnovni in razširjen scenarij glede na analizo potreb po nadaljnjem odlaganju, odločeno, ali odlagališče obratuje še po letu 2061 ali pa se v letu 2062 zapre ter se začneta izvajati dolgoročni nadzor in vzdrževanje.
- 3) Skupna konvencija o varnosti ravnanja z izrabljenim gorivom in varnosti ravnanja z radioaktivnimi odpadki (MKVIGRO) [8] v 13. členu določa, da mora Republika Slovenija kot

pogodbenica pri izbiri lokacije predlaganih objektov sprejeti primerne ukrepe, s katerimi zagotovi, da se določijo in izvedejo postopki za predlagani objekt za ravnanje z radioaktivnimi odpadki za ovrednotenje vseh bistvenih dejavnikov v zvezi z lokacijo, ki lahko vplivajo na varnost takšnega objekta med njegovo obratovalno življenjsko dobo, kot tudi v zvezi z odlagališčem po zaprtju.

MKVIGRO[8] v 14. členu med drugim določa, da:

- so v fazi projektiranja upoštevani konceptualni načrti, in če je treba, tehnični ukrepi za razgradnjo objekta za ravnanje z radioaktivnimi odpadki, ki ni odlagališče odpadkov,
- so v fazi projektiranja pripravljeni tehnični ukrepi za zaprtje odlagališča.

V 16. členu o obratovanju objektov je navedena zahteva, da mora Republika Slovenija kot pogodbenica sprejeti primerne ukrepe, s katerimi zagotovi, da:

- se pripravijo in dopolnijo načrti za razgradnjo objekta za ravnanje z radioaktivnimi odpadki, kjer je treba, ob uporabi informacij, pridobljenih med obratovalno življenjsko dobo določenega objekta, ter da jih pregleda upravni organ;
- se pripravijo in dopolnijo načrti za zaprtje odlagališča, če je treba, ob uporabi informacij, pridobljenih med obratovalno življenjsko dobo določenega objekta, ter da jih pregleda upravni organ.

4) Pravilnik JV5[1] v 12. členu določa pripravljenost objekta na razgradnjo:

- Projekt sevalnega ali jedrskega objekta mora biti pripravljen tako, da se omogoči njegova razgradnja po zaključku njegovega obratovanja s čim manjšo sevalno obremenitvijo osebja in prebivalstva ter da se med razgradnjo prepreči nepotrebna kontaminacija okolja.
- S projektom sevalnega ali jedrskega objekta je treba zagotoviti, da se ohranijo vsi podrobni podatki o objektu, potrebni za njegovo razgradnjo, ki nastajajo v vseh fazah objekta, od umeščanja v prostor, projektiranja, gradnje, poskusnega obratovanja in obratovanja do prenehanja obratovanja, in sicer najmanj podatki o uporabi objekta, dogodkih in nesrečah, inventarju radionuklidov, hitrosti doz in ravneh kontaminacije.
- Podatki iz prejšnjega odstavka morajo zagotavljati, da so projekt in spremembe sevalnega ali jedrskega objekta ter zgodovina obratovanja ustrezno vključeni v program razgradnje objekta.

Po 49. členu JV5 mora upravljavec jedrskega objekta v vseh fazah njegovega obratovanja in razgradnje voditi evidence, s katerimi zagotovi, da so vse količine radioaktivnih snovi v objektu znane, zaradi česar je olajšana razgradnja Po 50. členu JV5 mora program razgradnje temeljiti na varnostnih analizah, oceni radiološkega stanja objekta in najnovejših podatkih o objektu. Pri pripravi programa razgradnje je treba za zagotavljanje sevalne in jedrske varnosti uporabiti stopenjski pristop: strategijo razgradnje in ustrezne načrte je treba prilagoditi zahtevnosti objekta, vrsti radioaktivnih snovi v njem in času v življenjski dobi objekta, v katerem se program izdeluje.

Program razgradnje mora biti pripravljen, pregledan in posodobljen v skladu z 50. in 51. členom JV5[1].

Po JV5 mora investitor ali upravljavec odlagališča projektirati odlagališče tako, da upošteva morebitne spremembe oziroma motnje v odlagalnem sistemu, ki bi lahko vplivale na varnost

po zaprtju in zagotoviti, da med razgradnjo nastaja čim manjša količina in aktivnost radioaktivnih odpadkov[1].

II. Mednarodni standardi, načela in direktive

- 1) IAEA Safety Standards Series, No. SSR-5, Specific Safety Requirements -Disposal of Radioactive Waste, 2011 v zahtevi št. 19 o zapiranju objektov za odlaganje določa, da se naj odlagališče zapre na način, ki zagotavlja varnost za tiste varnostne sisteme, ki so bili identificirani kot pomembni za jedrsko in sevalno varnost tudi po zaprtju. Zaprtje mora biti obravnavano že v začetni zasnovi objekta in ga je potrebno posodobljati z razvojem projektne dokumentacije. Pred pričetkom gradbenih aktivnosti mora biti dovolj dokazov, da bodo npr. materiali za polnila, tesnila, in drugi delovali skladno z projektnimi zahtevami. Odlagališče se mora zapreti v skladu s pogoji določenimi za zaprtje, ki jih je določil in potrdil organ pristojen za jedrsko varnost v dovoljenju za zaprtje odlagališča. Postopek zatesnitve praznin s polnilom in namestitve kape z nizkoprepustnim materialom, se lahko odloži za določeno obdobje po končanem obratovanju odlagališča, da se npr. omogoči nadzor za oceno nujnih vidikov povezanih z varnostjo po zaprtju ali iz razlogov, ki se nanašajo na sprejemljivosti javnosti.
- 2) Projektant naj upošteva zahteve podane v IAEA General Safety Requirements Part 6, No. GSR Part 6, Decommissioning of Facilities, 2014, kjer je določeno, da razgradnja objektov vključuje tehnične in administrativne postopke skupaj z dekontaminacijo in odstranitvijo objektov ali postopkov demontaže, ki omogočajo nadaljnje postopke zapiranja odlagališča. V primeru razgradnje odlagališča ni predvidena odstranitev objektov v katere so odloženi radioaktivni odpadki in izrabljeno gorivo kot so npr. odlagalne celice ali moduli, odlagalni silos, odlagalni zabojniki in vsebniki. Planiranje razgradnje jedrskega objekta se mora začeti že v fazi načrtovanja objekta in se nadaljevati v vseh nadaljnjih življenjskih fazah objekta do končne razgradnje. V vseh življenjskih fazah objekta ja z namenom priprave ustreznega programa razgradnje potrebno hraniti in posodabljati različne zapise in poročila o izgradnji in obratovanju objekta ter vse nastale spremembe.

III. Priporočila in študije

- 1) PS 1.03 [2] v poglavju 12 določa, da mora biti odlagališče zaprto na takšen način, da ne bodo nikoli presežene predpisane dozne omejitve za posameznika iz prebivalstva po zaprtju odlagališča. To je treba dokazati z varnostnimi analizami na način, ki bo jasno razumljiv.

9.5 Zahteve glede dolgoročnega nadzora odlagališča

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

- 1) ZVISJV [3] v 73. členu določa da se mora z načrtom dolgoročnega nadzora objektov odlagališča prikazati:
 - obseg in vsebino obratovalnega monitoringa radioaktivnosti za odlagališče in monitoringa naravnih pojavov, ki vplivajo na dolgoročno stabilnost odlagališča, in delovanje posameznih delov odlagališča,
 - merila, na podlagi katerih se glede na rezultate obratovalnega monitoringa iz prejšnje alineje in inšpekcijskega nadzora odloča o izvedbi vzdrževalnih del na odlagališču.

V 61. členu ZVISJV določa, da mora imeti upravljavec odlagališča za izvajanje predpisanih ukrepov sevalne ali jedrske varnosti zagotovljena finančna sredstva za njegov dolgoročni nadzor.

- 2) Po 25. členu JV5 [1] mora investitor k vlogi za pridobitev soglasja h gradnji odlagališča radioaktivnih odpadkov ali izrabljenega goriva med ostalim priložiti tudi varnostno poročilo o objektih odlagališča za obdobje po njegovem zaprtju in načrt dolgoročnega nadzora objektov odlagališča. Po 43. členu JV5 je potrebno v Varnostno poročilo sevalnega ali jedrskega objekta, ki se gradi, poskusno obratuje, obratuje, je prenehal obratovati ali se razgrajuje, vključiti načrt dolgoročnega nadzora za odlagališče radioaktivnih odpadkov. Varnost po zaprtju odlagališča in obdobju dolgoročnega nadzora mora biti načrtovana in zagotovljena izključno pasivno.

Izvajalec dolgoročnega nadzora odlagališča mora zagotoviti, da bodo po zaprtju odlagališča ob izvajanju dolgoročnega nadzora in vzdrževanja spoštovana varnostna določila iz varnostnega poročila.

V skladu s 56. členom JV5 za hranjenje dokumentarnega gradiva jedrskih objektov mora izvajalec dolgoročnega nadzora zaprtega odlagališča roke hranjenja dokumentarnega gradiva določiti v internih aktih v skladu s pomembnostjo za sevalno in jedrsko varnost in ga hraniti v ustreznih klimatskih razmerah, zavarovano pred vlomom, požarom, vodo, biološkimi, kemičnimi, fizikalnimi in drugimi škodljivimi vplivi, ter zagotavljati dostopnost ves čas trajanja hrambe.

- 3) JV10 [82] v 26. členu zahteva, da se obseg in trajanje poobratovalnega monitoringa radioaktivnosti določi glede na pričakovani vpliv na okolje v okolici zaprtega sevalnega ali jedrskega objekta. Izvajanje poobratovalnega monitoringa radioaktivnosti URSJV določi v soglasju k vlogi za izdajo dovoljenja za prenehanje obratovanja sevalnega ali jedrskega objekta.
- 4) MKVIGRO v 13. členu določa, da mora vsaka pogodbenica pri izbiri lokacije predlaganih objektov sprejeti primerne ukrepe, s katerimi zagotovi, da se določijo in izvedejo postopki za predlagani objekt za ravnanje z radioaktivnimi odpadki za ovrednotenje verjetnih varnostnih učinkov takšnega objekta na posameznike, družbo in okolje ob upoštevanju možnega razvoja pogojev na lokaciji odlagališča po zaprtju.

Glede na 15. člen vsaka pogodbenica sprejme primerne ukrepe, s katerimi zagotovi, da se pred začetkom gradnje odlagališča opravita sistematična varnostna in okoljska presoja za obdobje po zaprtju in se rezultati ovrednotijo po merilih, ki jih določi upravni organ.

V 17. členu so določeni institucionalni ukrepi po zaprtju s katerimi upravljavec odlagališča zagotovi, da se po zaprtju odlagališča:

- ohrani dokumentacija o lokaciji, projektu in inventarju tega objekta, ki jih zahteva upravni organ;
- izvede aktivni ali pasivni institucionalni nadzor, kot so nadzorovanje ali omejitve dostopa, če je potrebno, in
- če se ob aktivnem institucionalnem nadzoru odkrije nepredvideni izpust radioaktivnih snovi v okolje se, če je potrebno, izvajajo intervencijski ukrepi.

II. Mednarodni standardi, načela in direktive

- 1) IAEA Safety Standards Series, No. SSR-5, Specific Safety Requirements -Disposal of Radioactive Waste, 2011 v zahtevi št. 22 pod točkami 5.6., 5.7 in 5.8 določa, da dolgoročna varnost ne sme biti odvisna samo od aktivnega nadzora in je potrebno projektirati tudi pasivne kontrole oz. sisteme kot so oznake, hramba zapisov, zaščitne ograje..., da se npr. zmanjša možnost nepooblaščenega dostopa in zunanjih vdorov na lokacijo. Tveganje za slednje je potrebno zmanjšati še s pravilno izbiro lokacije in načrtov objektov (točka 5.10).
- 2) IAEA TECDOC-1572: Disposal Aspects of Low and Intermediate Level Decommissioning Waste, 2007 v poglavju 4.1.2 o institucionalnem nadzoru po zaprtju odlagališča določa, da je ta sestavljen:

- iz aktivne faze, ki vključuje nadzor in vzdrževanje odlagališča, spremljajočih objektov in, če je potrebno tudi sanacijske ukrepe
- in pasivna faze, ki omejuje uporabo aktivnosti in prostora na območju odlagališča.

Pričakovano trajanje institucionalnega nadzora po zaprtju lahko traja največ nekaj sto let in je običajno natančno določeno v nacionalni strategiji za ravnanje z RAO. V večini držav obdobja nadzora trajajo od 50 let za zelo nizko radioaktivne odpadke in do 300 let za nizko in srednje radioaktivne kratkožive RAO.

- 3) IAEA Technical Report Series no. 417: Considerations in the Development of Near Surface Repositories for Radioactive Waste, 2003 v poglavju 2.2.3. določa, da je v obdobju po zaprtju odlagališča vsako odstopanje v delovanju odlagalnega sistema od pričakovanega, ki se pokaže v času izvajanja nadzora in vzdrževanja potrebno ustrezno raziskati in sanirati. Ob koncu trajanja institucionalnega nadzora po zaprtju se pričakuje, da bo aktivnost v odpadkih padla na sprejemljive vrednosti in odlagališče več ne bo predstavljalo tveganja za ljudi in okolje.

Trajanje aktivnega in pasivnega nadzora mora biti določeno na osnovi več faktorjev oz. lastnostih:

- Odpadkov,
- Lokacije,
- Zasnovi objektov in sistemov ter,
- Potrebni stroškov.

Institucionalni nadzor odlagališča je običajno potreben in učinkovit največ nekaj stoletij.

- 4) Potrebno je upoštevati smernice, ki se nanašajo na odlagališča NSRAO v dokumentu IAEA Safety Standards for protecting people and the environment: Monitoring and Surveillance of Radioactive Waste Disposal Facilities, Specific Safety Guide No. SSG-31[83]. Dolgoročni nadzor mora vključevati načrt prehoda iz aktivnega nadzora odlagališča v pasivni nadzor. Projekt razvoja in izgradnje odlagališča mora med drugim predvideti tudi kdaj bodo doseženi pogoji za odpravo aktivnega nadzora in vzdrževanja odlagališča, ko bo dolgoročna varnost zagotovljena z omejitvami rabe prostora in bo radiotoksičnost odpadkov predstavljala dopustno razumno tveganje v primeru scenarija nenamernega človeškega vdora.

III. Priporočila in študije

- 1) PS 1.03 [2] v poglavju 12.1 določa, da je obvezni sestavni del varnostnega poročila, glede na 43. člen pravilnika JV5 tudi načrt dolgoročnega nadzora odlagališča. V tem poglavju naj bo podan povzetek načrta dolgoročnega nadzora. Za posamezno obdobje dolgoročnega nadzora je potrebno definirati njegovo trajanje.

Načrt dolgoročnega nadzora ureja:

- aktivni dolgoročni nadzor odlagališča, ki zajema monitoring stanja odlagališča in sanacijske ukrepe, če so ti potrebni in
- pasivni dolgoročni nadzor, ki vsebuje in obsega način in oblike označevanja lokacije odlagališča, hrambo in dostopnost osnovne dokumentacije o zapiranju odlagališča ter druge podatke, potrebne za izvedbo s projektom predvidenih ukrepov za izolacijo.

Aktivni del nadzora mora vsebovati najmanj:

- obseg in vsebino monitoringa radioaktivnosti za odlagališče in monitoringa naravnih pojavov, ki vplivajo na dolgoročno stabilnost odlagališča, in delovanje posameznih delov odlagališča,
- prikaz obdobjnih ogledov,
- opis potrebnih rednih vzdrževalnih, čistilnih in preventivnih del na sistemih, ki bodo še v funkciji, merilni opremi in drugih objektih in napravah, povezanih z monitoringom ter stabilnostjo in celovitostjo odlagališča ter
- merila na podlagi katerih se glede na rezultate monitoringa in inšpekcijskega nadzora odloča o izvedbi vzdrževalnih del na odlagališču.

Pasivni del nadzora mora vsebovati najmanj:

- program hranjenja zapisov o odlagališču in
- omejevanje rabe prostora na lokaciji odlagališča.

- 2) Dokument US DOE Long-term Stewardship Planning Guidance for Closure Sites določa vsebino in poglavja načrta dolgoročnega nadzora. V načrtu je potrebno določiti jasne cilje in obseg ter organiziranost izvajanja nadzora, pristojnost in odgovornost izvajalca nadzora, podati opis projektiranih kontrol odlagališča, načrt rabe zemljišč, financiranje in kadrovski načrt ter poskrbeti za arhiviranje podatkov, zapisov in dokumentacije ter sodelovanja javnosti.

- 3) Upošteva se smernice v poglavju 3 iz NUREG 1388: Environmental Monitoring of Low-Level Radioactive Waste Disposal Facility, NRC 1989, ki za cilj dolgoročnega nadzora in vzdrževanja določa skladnost s pogoji in omejitvami zapiranja odlagališča, da zagotavlja in podatke in meritve za podporo pričakovanem dolgoročnem razvoju odlagališča po zaprtju ter informacije za javnost. V času dolgoročnega nadzora in vzdrževanja odlagališča je predlagan občasen fizični nadzor ter monitoring radioaktivnosti okolja.

IV. Zahteve investitorja

Projektant naj upošteva, da se predvidoma aktivni dolgoročni nadzor prične v začetku leta 2066, ko so opravljene vse dejavnosti priprave na oddajo v nadzor po obdobju predaje odlagališča v dolgoročni nadzor in vzdrževanje odlagališča (2063-2065) in ko izvajalec nadzora in vzdrževanja prevzame odlagališče v dolgoročni nadzor in vzdrževanje[84].

Aktivni dolgoročni nadzor in vzdrževanje bo predvidoma trajalo 50 let v obdobju 2066-2116, razen, če bo na podlagi varnostne analize ter obratovalnih izkušenj dolžina trajanja določena drugače[84].

Po koncu aktivnega dolgoročnega nadzora in vzdrževanja bo odlagališče prešlo v fazo pasivnega dolgoročnega nadzora, ki bo predvidoma trajala največ 300 let po zaprtju odlagališča (2117-2447) razen, če bo na podlagi varnostne analize ter obratovalnih izkušenj dolžina trajanja določena drugače[84].

10 OPIS ODLAGALIŠČA IN DOLOČITEV POSAMEZNIH SSK-JEV ODLAGALIŠČA

10.1 Opredelitev podlag za določitev SSK-jev

Projektne osnove se, kot jih zahteva 70a. člen ZVISJV [3] pripravljajo v vseh »življenjskih« fazah jedrskega objekta, predvsem kot del Varnostnega poročila.

Projekt odlagališča NSRAO je trenutno v fazi priprave dokumentacije za pridobitev gradbenega dovoljenja. Eden od pomembnih korakov te faze je tudi pridobitev okoljevarstvenega soglasja, ki vključuje tudi predhodno soglasje o sevalni in jedrski varnosti, ki ga izda organ, pristojen za jedrsko varnost. Za pridobitev predhodnega soglasja pa je potrebno pripraviti osnutek varnostnega poročila in pripadajoče projektne osnove.

SSK-ji v teh projektnih osnovah so določeni in opisani na podlagi dokumentacije projekta, dostopne v fazi priprave teh projektnih osnov. Projekt kot tak, se v tej fazi zelo hitro razvija in dograjuje. Zato je nemogoče opisati SSK – je glede na zadnje stanje projekta. V okviru priprave teh Projektnih osnov in kot nadgradnja že pripravljenega osnutka projektnih osnov v okviru umeščanja in načrtovanja odlagališča NSRAO, ki so navedene v poglavju 2.3 smo tako definirali in opisali posamezne SSK je, glede na projektne rešitve iz IDP [27] in dokumentov, ki so te projektne rešitve optimirali [29], [31], [30]. Smiselno so vključene tudi določene rešitve in podatki, ki so bili pridobljeni v letu 2015 (predvsem s področja seizmike, terenskih raziskav ipd.) [6].

Za pridobitev Gradbenega dovoljenja bo potrebno pripraviti varnostno poročilo in novo revizijo Projektnih osnov, ki bodo vključevale projektne rešitve, določene s PGD.

10.2 Določitev skupkov sestavnih delov, sistemov in konstrukcij

10.2.1 Definicije in uvod

Skladno z definicijo iz JV5 [1] predstavlja SSK kratico:

"..., ki označuje skupek sestavnih delov, sistemov in konstrukcij. Konstrukcije so pasivni deli, kakršni so zgradbe in ščiti. Sistem tvori več sestavnih delov, ki so sestavljeni tako, da opravljajo določeno (aktivno) nalogo. Med SSK se uvršča tudi programska oprema za instrumentacijo in regulacijo. Če je objekt skladišče ali odlagališče radioaktivnih odpadkov, se med SSK uvrščajo tudi paketi radioaktivnih odpadkov."

Tudi v IAEA slovarju [85] najdemo definicijo, ki se v prevodu glasi:

"SSC (strukture, sistemi, komponente). Splošen izraz, ki vključuje vse elemente (predmete) objekta ali aktivnosti, ki doprinesejo k zaščiti in varnosti, človeški faktor je pri tem izključen. Strukture so pri tem pasivni elementi: zgradbe, zadrževalni hram, ščitenje ipd. Sistem predstavlja več komponent, združenih tako, da opravljajo specifično (aktivno) funkcijo. Komponenta je posamezni element sistema. Npr.: kabli, tranzistorji, motorji, releji, magnetni ventili, cevi, črpalke, rezervoarji ..."

V skladu z JV5 morajo biti SSK, pomembni za varnost, projektirani tako, da zdržijo vplive naravnih pojavov, kakršni so potresi, tornadi, udari strel ali poplave, vključno s kombinacijo naštetega, in da preprečijo masivno zrušitev struktur objektov ali padce težkih predmetov zaradi te zrušitve na radioaktivne odpadke, na izrabljeno gorivo ali na SSK, pomembne za varnost.

V nadaljevanju so določeni SSK-ji za načrtovano odlagališče radioaktivnih odpadkov v Vrbini Krško skladno z do sedaj pripravljeno projektno dokumentacijo, študijami optimizacije in izvedenimi varnostnimi analizami [6][27][29][30][31][78] ter zahtevami Pravilnika JV 5 [1]. SSK-ji so v tem poglavju določeni in opisani, varnostno klasificirani in kategorizirani pa bodo v naslednjih poglavjih.

10.2.2 Določitev objektov

Namen poglavja je skladno z IDZ [6] in izvedenimi varnostnimi analizami določiti različne objekte, ki bodo zgrajeni v okviru odlagališča NSRAO, ter določiti katere aktivnosti v njih potekajo, ter, če je možno, v kakšnem obsegu.

Tabela 5: Določitev objektov odlagališča NSRAO.

Objekt	Aktivnosti, ki potekajo v objektu
Odlagalni objekt	Odlaganje odpadkov
	Zbiranje in kontrola drenažne vode
	Okoljski monitoring
	Obratovalni monitoring (tako radioaktivnosti, kot ostalih parametrov)
Tehnološki objekt	Operativno vodenje odlagalnega objekta
	Rezervno el. napajanje
	Kontrolna točka (črna bela garderoba,...)
	Izvajanje varstva pred sevanji
	Nadzor monitoringa (prikazovalniki meritev, ...)
	Skladišče za RAO (morebiti nastale na odlagališču)
Upravno - servisni objekt	Kotlovnica
	Protipožarna postaja
	Delavnica
	Upravljanje odlagališča
	Hranjenje zaupnih dokumentov, računalniško – komunikacijski sistemi,
	Vodenje fizičnega varovanja (varnostnik, kontrola kamer, ...)
Objekti fizičnega varovanja	Izvajanje fizičnega varovanja odlagališča
Zunanja ureditev	Zbiranje meteorne in drenažne vode
	Interne transportne poti
Infrastrukturni vodi in priključki	Zagotavljanje vode
	Zagotavljanje elektrike
	Zagotavljanje kanalizacije (meteorne in fekalne)
	Zagotavljanje telekomunikacijskih priključkov
	Zagotavljanje cestne povezave
Objekti za monitoring	Izvajanje monitoringa

10.2.3 Določitev SSK

Zaradi bolj sistematičnega pristopa k določevanju SSK jev so ti razdeljeni glede na objekte in naprave kot so opredeljeni v IDZ [6] in je opisano že v predhodnem poglavju.

- odlagalni objekt
- tehnološki objekt
- upravno - servisni objekt
- objekti fizičnega varovanja
- objekti zunanje ureditve

- infrastrukturni vodi in priključki
- objekti za monitoring

Prepoznani SSK-ji so navedeni v naslednji tabeli:

Tabela 6: Določitev in opis SSK odlagališča NSRAO.

Oznaka SSK	Objekti, naprave	Opis SSK	Opombe
O1	Odlagalni objekt	Končna pakirna enota (KPE)	Končna pakirna enota kot jo določajo merila sprejemljivosti.
O2	Odlagalni objekt	Polnilo	Material, ki bo služil kot polnilo za vmesen prostor med končnimi pakirnimi enotami in steno silosa
O3	Odlagalni objekt	Silos	Silos kot odlagalna enota. Od spodnjega dela silosa do vrha silosa (betonska plošča, ki zapira silos) - sekundarna obloga
O4	Odlagalni objekt	Drenažni sistem	Sistem, ki omogoča dreniranje potencialno pronikle vode. Do zajema le-te lahko pride zunaj silosa ali med primarno in sekundarno oblogo. Vključuje drenažni sistem z napravo in sistemom za zbiranje in prečrpavanja.
O5	Odlagalni objekt	Zapora med silosom in vodonosnikom	Po projektu glinen čep
O6	Odlagalni objekt	Polnilni material od zgornje kote glinenega čepa do površine	Material podoben naravnemu materialu, s katerim se v območju nad koto glinenega čepa in površine vzpostavi primarno stanje.
O7	Odlagalni objekt	Konstrukcija, ki omogoča izkop gradbene jame	Gradbena konstrukcija, ki je potrebna za izvedbo izkopa - primarna obloga.
O8	Odlagalni objekt	Protipoplavna zaščita - nasip	
O9	Odlagalni objekt	Hala nad silosom	
O10	Odlagalni objekt	Odlagalno - transportne naprave	Naprave, namenjene transportu končnih pakirnih enot v silos, transportu polnilnega in ostalega materiala ter po potrebi delavcev
O11	Odlagalni objekt	Elektro instalacije	Razsvetljava, moč, zasilna razsvetljava, DA (rezervna oskrba z električno energijo)
O12	Odlagalni objekt	Protipožarni sistem	
O13	Odlagalni objekt	Sistemi fizičnega varovanja	

O14	Odlagalni objekt	Sistemi monitoringa	
O15	Odlagalni objekt	Strojne instalacije	Prezračevanje,
O16	Odlagalni objekt	Sistem varstva pred sevanji	
O17	Odlagalni objekt	Telekomunikacije	Telefonija, antenski sistemi, računalniški razvodi in oprema, govorne naprave in ozvočenje, ...
T1	Tehnološki objekt	Zgradba - gradbena konstrukcija	
T2	Tehnološki objekt	Protipoplavna zaščita - nasip	
T3	Tehnološki objekt	Elektro inštalacije	Razsvetljava, moč, zasilna razsvetljava, DA (rezervna oskrba z električno energijo)
T4	Tehnološki objekt	Strojne inštalacije	Prezračevanje, vodovod, ogrevanje – hlajenje, tehnološki razvodi (voda, plini)
T5	Tehnološki objekt	Kanalizacijski sistemi	Vertikalna in horizontalna kanalizacija
T6	Tehnološki objekt	Sistemi fizičnega varovanja	
T7	Tehnološki objekt	Sistem varstva pred sevanji	Kontrolna vstopna in izstopna točka (ljudje, oprema, materiali)
T8	Tehnološki objekt	Telekomunikacijski sistemi	Telefonija, antenski sistemi, računalniški razvodi in oprema, govorne naprave in ozvočenje, ...
T9	Tehnološki objekt	Protipožarni sistem	
T10	Tehnološki objekt	Monitoring	Obratovalni in okoljski monitoring znotraj tehnološkega objekta
US1	Upravno-servisni objekt	Zgradba - gradbena konstrukcija	
US2	Upravno-servisni objekt	Protipoplavna zaščita	
US3	Upravno-servisni objekt	Elektro inštalacije	Vključno z rezervnim električnim napajanjem
US4	Upravno-servisni objekt	Strojne inštalacije	Prezračevanje, vodovod, ogrevanje – hlajenje, tehnološki razvodi (voda, plini), požarni sistem
US5	Upravno-servisni objekt	Kanalizacijski sistem	Vertikalna in horizontalna kanalizacija
US6	Upravno-servisni objekt	Sistemi fizičnega varovanja	
US7	Upravno-servisni objekt	Telekomunikacijski sistemi	Telefonija, antenski sistemi, računalniški razvodi in oprema, govorne naprave in ozvočenje, ...
US8	Upravno-servisni objekt	Protipožarni sistemi	
F1	Objekti fizičnega varovanja	Zunanja ograja	

F2	Objekti fizičnega varovanja	Notranja ograja	
F3	Objekti fizičnega varovanja	Ostali sistemi fizičnega varovanja	
Z1	Zunanja ureditev	Nasip	Nasip predstavlja protipoplavno zaščito
Z2	Zunanja ureditev	Transportne ureditve	
Z3	Zunanja ureditev	Ozelenjene površine	
Z4	Zunanja ureditev	Zunanja razsvetljava	
Z5	Zunanja ureditev	Zbiranje in odvajanje padavinskih in odpadnih vod	Vključuje tudi kontrolni bazen (IDP).
Z6	Zunanja ureditev	Zunanji razvod vodovoda in hidrantno omrežje	
I1	Infrastrukturni vodi in priključki	Elektro	
I2	Infrastrukturni vodi in priključki	Telekomunikacije	
I3	Infrastrukturni vodi in priključki	Vodovod	
I4	Infrastrukturni vodi in priključki	Fekalna kanalizacija	
I5	Infrastrukturni vodi in priključki	Meteorna kanalizacija	
I6	Infrastrukturni vodi in priključki	Cestna povezava	
M1	Objekti za monitoring	Monitoring	V okviru obratovanja odlagališča se bo izvajalo več vrst monitoringa – okoljski, radiološki, obratovalni...

10.3 Opis SSK - Odlagalni Objekt

10.3.1 O1 - Končna pakirna enota

Končna pakirna enota (KPE) za odlaganje NSRAO v odlagališču je skladno z merili sprejemljivosti pripravljen zabojnik ustreznih dimenzij. Odpadke se glede na posamezne tokove odpadkov in njihovo obliko vlaga v KPE. Praznine med vloženimi odpadki se ustrezno zapolni s polnilno malto. KPE je ustrezno opremljena za izvedbo transporta.

Skladno z IDZ Rev.C [6], se bo za odlaganje NSRAO uporabil zabojnik N2b z armiranobetonskimi stenami, pokrovom in dnem. SSK se načrtuje tako, da varnostna ocena perdividi in upošteva zanesljivost (doseganje predpisanih parametrov) zabojnika v določenem obdobju, potem pa se prične degradacija.

Osnovna geometrija zabojnika je določena na podlagi postavitve 4 TTC jev, vendar tako, da so notranji vogali ojačani. Geometrijski podatki za zabojnik so navedeni v spodnji tabeli:

Tabela 7: Geometrijske karakteristike zaboju N2b [6].

Parameter	Enota	Vrednost
Geometrijski podatki o zaboju		
Zunanje mere		
Širina	m	1,95
Dolžina	m	1,95
Višina	m	3,30
Posneti zunanji robovi sten (v obeh smereh)	m	0,20
Notranje mere – dno zaboju		
Širina	m	1,49
Dolžina	m	1,49
Notranje mere – vrh zaboju		
Širina	m	1,55
Dolžina	m	1,55
Višina – pred montažo pokrova	m	3,07
Višina – po montaži pokrova	m	2,87
Debelina spodnje plošče	cm	23
Debelina stene na vrhu	cm	20
Debelina stene na dnu	cm	23
Geometrijski podatki o pokrovu – največje dimenzije		
Širina	m	1,66
Dolžina	m	1,66
Širina podpore	cm	5,5
Debelina pokrova	cm	20
Debelina pokrova nad podporami	cm	20
Prostornina zaboju		
Bruto prostornina – zunanja zasedba prostora	m ³	12,28
Neto prostornina – po montaži pokrova	m ³	6,31
Masa		
Pokrov	t	1,36
Prazen zabojnik s pokrovom	t	14,92
Največja dovoljena masa polnega zaboju	t	40

Betonski zabojnik kot eden od najpomembnejših elementov inženirskega dela večpregradnega sistema za preprečevanje prehajanja radioaktivnih snovi iz odlagališča v okolico mora delovati kot:

- biološki ščit v času pred odložitvijo,
- mehanska zaščita NSRAO med skladiščenjem in odlaganjem,
- osnovni element varnosti med izvajanjem transporta in internega transporta (premeščanja) NSRAO v zaboju,

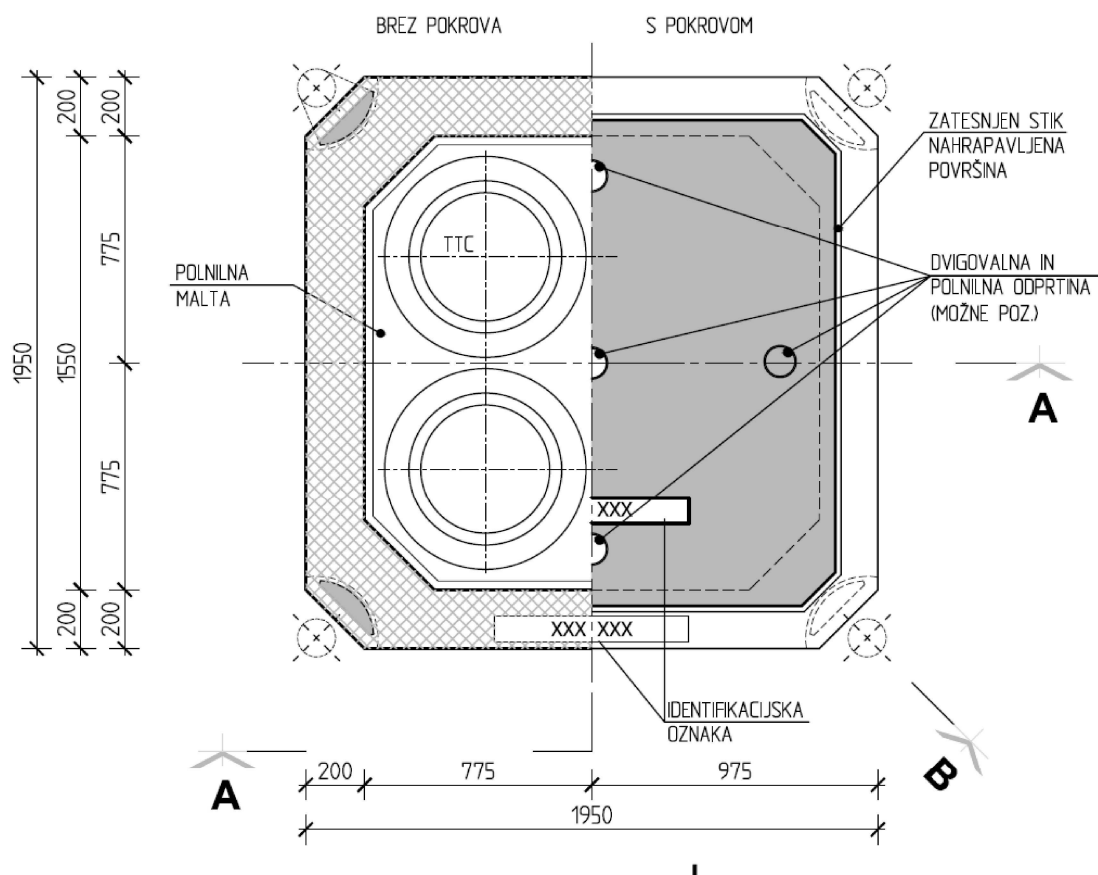
- osnovni gabaritni kriterij v procesu priprave odpadkov na odlaganje in
- osrednji predmet ravnanja z NSRAO na območju odlagalnega silosa.

Osnovne značilnosti zabojnika N2b so:

- zabojnik se pri dvigovanju prime od spodaj - jeklena konstrukcija s kolesi se spusti z vrha do dna zabojnika in ga objame, vrtljive noge se obrnejo v za to pripravljene utore na spodnji strani kontejnerja,
- dvigovanje od spodaj predstavlja varnejše in bolj kontrolirano dvigovanje in spuščanje zabojnika,
- s predlagano dvigalno tehniko se izognemo pojavu nateznih napetosti v betonu med premeščanjem (dvigovanjem in spuščanjem) zabojnika,
- potrebna distanca med kontejnerji pri uporabljeni dvigalni tehniki je cca 20 cm (zaradi obodne jeklene konstrukcije prijemala in obračajočih se dvigalnih nog),
- zunanji vogali zabojnika so posneti za 20 cm,

Zabojnik je konstruiran tako, da bo vse možne vplive in kombinacije vplivov prenašala samo armiranobetonska konstrukcija brez dodatno vgrajenih jeklenih elementov. Prav tako ne bo nobenih jeklenih elementov oziroma ojačitev na zunanjih površinah zabojnika.

Predlagan zabojnik je po transportni regulativi načrtovan kot IP-2 oziroma Tip A zabojnika.



Slika 10-1: Tloris zabojnika – KPE [6].

Vsak zabojnik bo imel identifikacijsko oznako.

V posamezni betonski zabojnik bodo vstavljeni bodisi 4 TTC-ji, 12 200-litrskih sodov, ustrezna kombinacija TTC-jev (tip T1 ali T2) in 200-litrskih sodov, štirje 320-litrski sodi v kombinaciji z 200-litrskimi ali TTC-ji ali pa NSRAO v nepakirani (razsuti) obliki (koristna oziroma neto prostornina 6,31 m³).

10.3.2 O2 – Polnilo

Je ustrezen material (beton), ki se uporabi za zapolnitev praznin, ki nastanejo pri odložitvi končnih pakirnih enot, med stenami odlagalnega silosa in KPE, ter med samimi KPE, med posameznimi KPE je predvidena reža 20 cm. Na vsak dva odložena sloja zabojnikov z odpadki je predvidena izravnalna betonska plast v debelini do 20 cm.

10.3.3 O3 – Silos

Silos je odlagalna enota – objekt v odlagališču NSRAO. Ima obliko valja in je vkopan v za vodo slabo prepustne plasti. V silos se odlagajo KPE, vmesne prostore pa se zapolni s polnilom.

Skladno z IDZ [6] je predvidena izgradnja enega silosa na skrajnem JV delu lokacije odlagališča. Lokacija omogoča tudi razširitev odlagališča z izgradnjo dodatnih silosov, če bi se po tem pojavila potreba.

Nasipni plato na katerem je predviden silos se nahaja na koti 155,20 m n.m., varnostni parapet silosa pa se nahaja še 1,3 m višje, in predstavlja zaščitno ograjo ter še dodatno varnost pred največjo verjetno visoko vodo – PMF.

Silos je zasnovan kot armiranobetonska cilindrična konstrukcija svetlega premera 27,3 m in višine (globine) 55 m. Znotraj silosa poteka vertikalni komunikacijski trakt jaškaste oblike, v katerega so nameščene stopnice, dvigalo in dva jaška za potek inštalacijskih vodov in transport opreme.

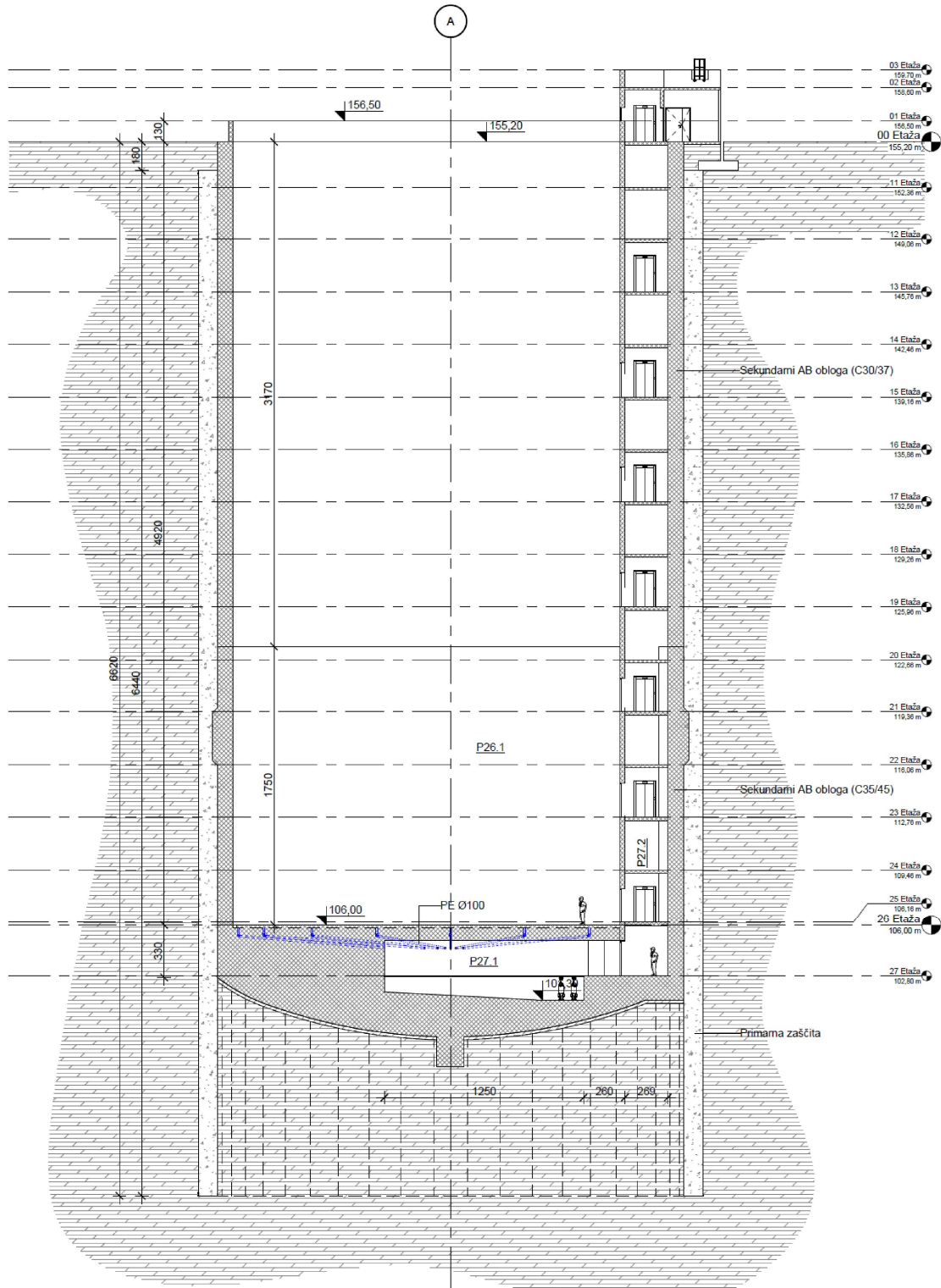
Neto tlorisna površina silosa omogoča razporeditev 99 zabojnikov v enem nivoju. Višina objekta je koncipirana tako, da se 10 nivojev zabojnikov vključno s predvideno zaporno plastjo (armirano betonska plošča, glina) nahaja pod nivojem obstoječega vodonosnika. Vertikalni komunikacijski trakt ima po višini predvidenečasne izhode v notranjost silosa, ki bodo olajšali dostop do delovnih horizontov v času polnjenja odlagališča. Ti izhodi se bodo z napredovanjem polnjenja silosa postopno ukinjali oz. zabetonirali.

Izkop silosa se bo izvajal ob predhodni izvedbi potrebnih primarnih geotehničnih ukrepov. Za zavarovanje izvedbe izkopov je planirana predhodna izvedba debelostenske armirano betonske diafragme po celotni globini izkopov silosa. Pri samem izkopu je potrebno posebno pozornost nameniti možnosti hidravličnega loma dna v času gradnje. Predvidena debelina primarne obloge je 1,2 m. Na dnu bo izvedena armirano betonska konstrukcija talnega oboka silosa. Dno silosa bo masivna betonska konstrukcija, v okviru katere bo izveden trajni drenažni bazen, za zbiranje eventualno pronicajoče vode med obratovanjem silosa. Drenažni bazen bo dostopen preko vertikalnega komunikacijskega trakta.

Med primarno in sekundarno oblogo bo položena PEHD folija, ki bo uporabljena kot dodatna hidroizolacijska zaščita. Sekundarna obloga je predvidena v debelini 1 m in bo v spodnjem delu lokalno odebeljena, zaradi varnosti proti izplavanju silosa ob nastopu polnega hidrostaticnega pritiska (vzgona).

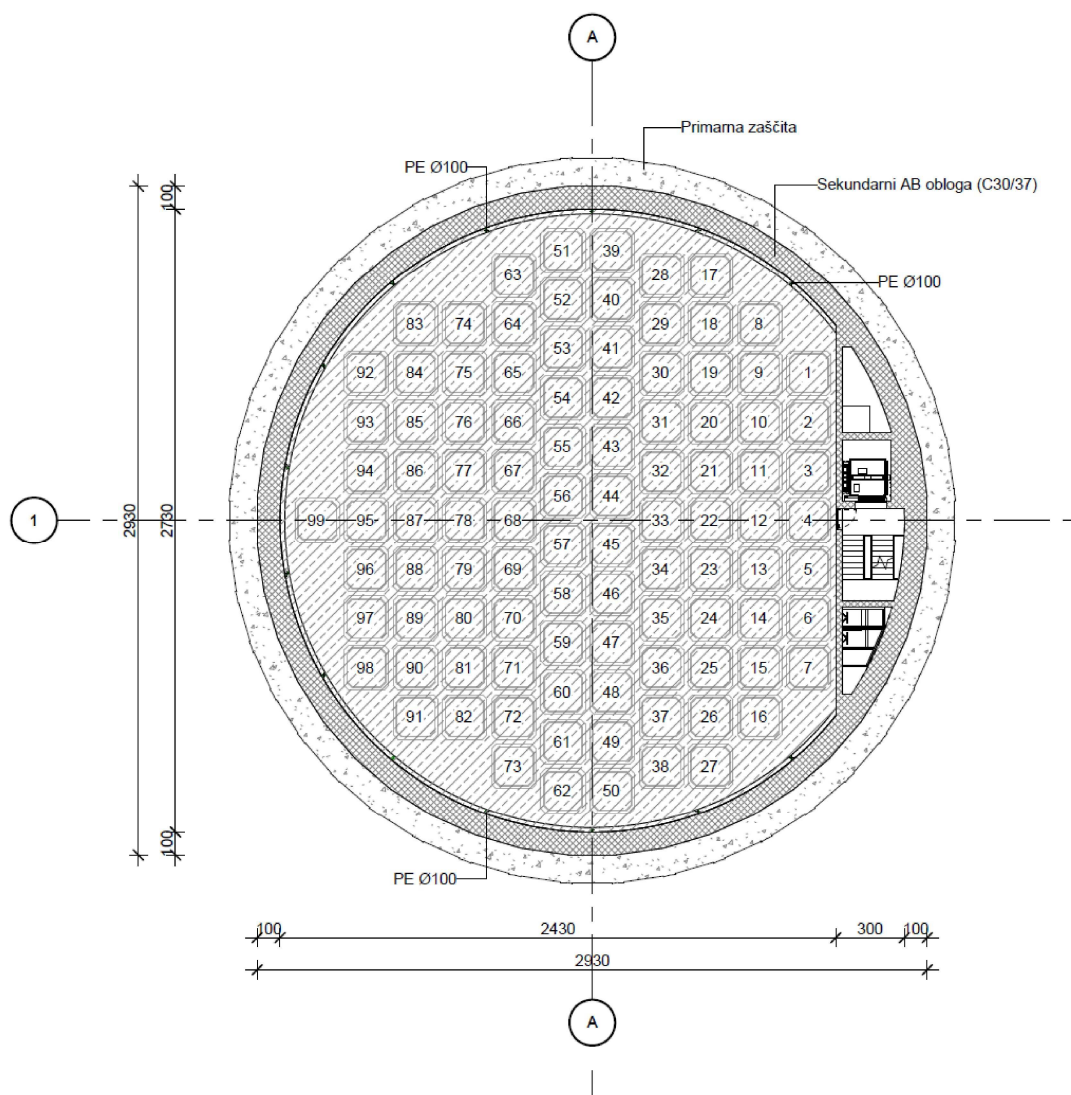
Po zapolnitvi silosa s KPE je predvidena izravnava zgornjega dela silosa in izgradnja armirano betonske plošče v debelini 120 cm.

Vse dimenzije konstrukcijskih elementov os povzete po Idejnih zasnovah rev. C [6] in so stvar projekta oz. projektantskega dimenzioniranja posameznih konstrukcijskih elementov.

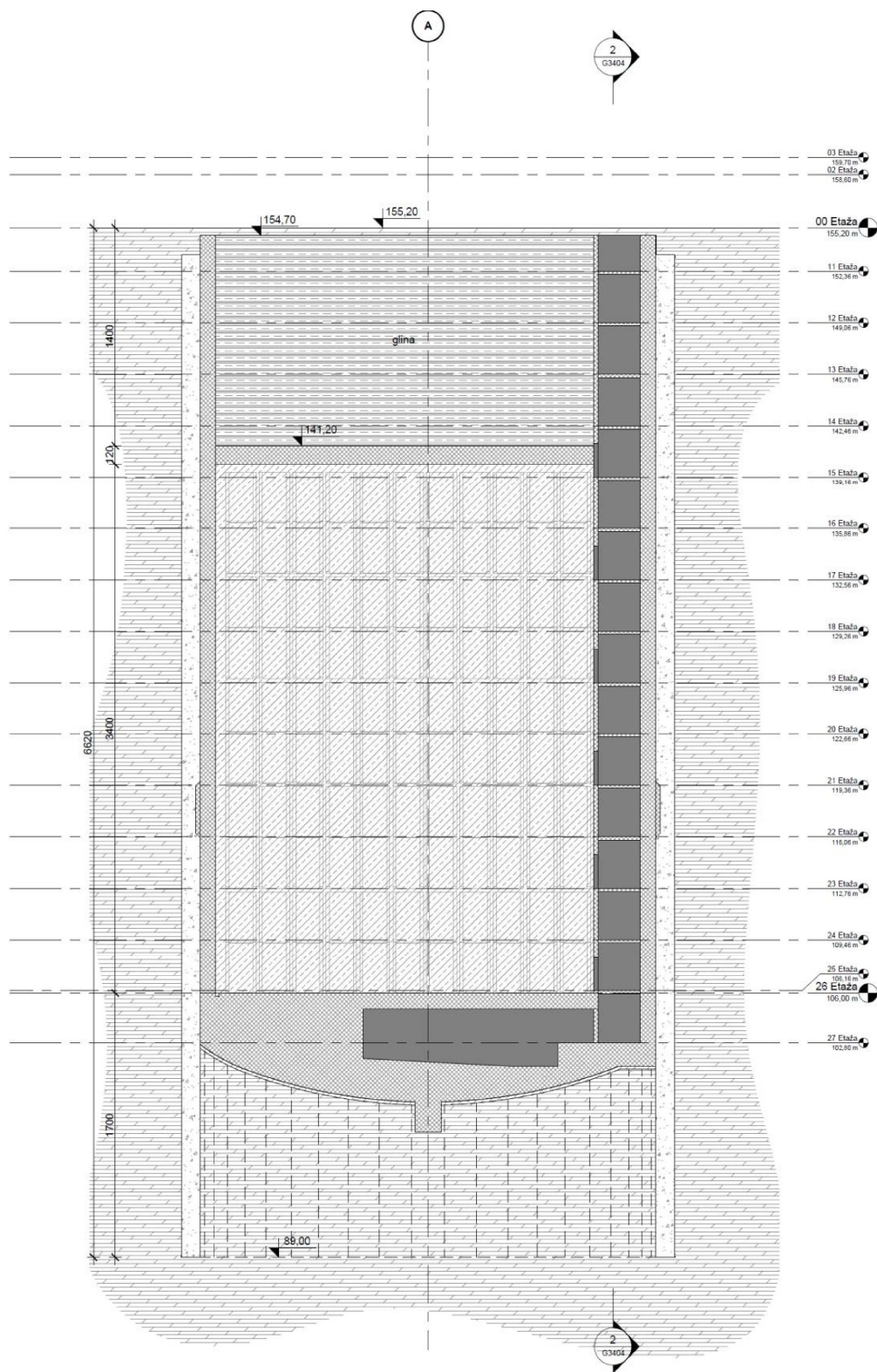


3 Vzdolžni prerez (Pred polnjenem)
1 : 200

Slika 10-2: Shematsko prikazan odlagalni silos pred pričetkom polnjenja [6].



Slika 10-3: Prikaz polnjenja silosa – prva etaža [6].



1 Vzdolžni prerez (Končno stanje)
1 : 200

Slika 10-4: Koncept zaprtja silosa po koncu obratovanja [6].

10.3.4 O4 – Drenažni sistem

Drenažni sistem skrbi za odvajanje morebitne pronikle vode v odlagalni silos ali iz njegove okolice. Sestavljen je iz sistema za zbiranje pronikle vode, sistema za vzorčenje in izvajanje kontrole kakovosti vzorčene vode, ter transportnega sistema do SSK Z5 – zbiranje in odvajanje padavinskih odpadnih vod ali transporta do točke, kjer se potencialno kontaminirana voda ustrezno preda v transport za ustrezno obdelavo take vode.

Drenažni sistem na dnu silosa sestavlja serija radialno položenih PEHD drenažnih cevi DN 200 zbranih v centralnem delu t.j. v najnižji točki temeljne plošče silosa. Zbirne drenažne cevi drenažnega sistema potekajo do črpalnega bazena. Drenažne cevi bodo položene tudi vertikalno na obodu silos. Te se bodo nameščale sproti s polnjenjem silosa in bodo ravno tako povezane z drenažnim sistemom na dnu silosa.

Voda zbrana v zbiralnem bazenu bo radiološko pregledana, potem pa glede na meritve preko zbiralnega bazena (Z5) odvedena v kanalizacijsko omrežje (čistilna naprava) ali, v primeru kontaminiranosti, ustrezno predelana na lokaciji ali oddana v predelavo.

Po koncu obratovanja silosa in ob njegovem zaprtju bo zatesnjen tudi drenažni sistem.

10.3.5 O5 – Zapora med silosom in vodonosnikom

Ta SSK ščiti odlagalno enoto – silos pred vplivom podtalnice, ki se nahaja v kvartarnem vodonosniku, nad zgornjim nivojem silosa. Namen zapore je ustvariti hidravlično pregrado med zaprtim silosom in podzemno vodo iz kvartarnih plasti v času po zaprtju silosa.

Za izvedbo te zapore je predviden sloj gline nad armirano betonsko vrhnjo ploščo silosa, do kote, skoraj do površine.

10.3.6 O6 – Polnilni material na nivoju vodonosnika

Za zapolnitev praznine, ki bo nastala po zaprtju odlagalnega silosa med zgornjo koto zapore med silosom in vodonosnikom ter površino, se uporabi naravni material, ki je ostal pri izkopu (prod) ali podobni material. Namen tega je, da se v plasti nad glineno zaporo vzpostavi primarno stanje, predvsem zaradi razloga, da na površini ne izdanja glinena plast, ki bi lahko dolgoročno predstavlja potencialno zanimivo surovino.

10.3.7 O7 – Konstrukcija za izkop gradbene jame

Za izgradnjo odlagalne enote – silosa je potrebno zagotoviti varovanje gradbene jame pred vdorom podzemne vode iz kvartarnih plasti in omogočiti ustrezno izvedbo gradbene jame.

V IDZ [6] je za zavarovanje izvedbe izkopov planirana predhodna izvedba debelostenske armirano betonske diafragme po celotni globini izkopa silosa. Na dnu bo izvedena armirano betonska konstrukcija talnega oboka silosa. Armirano betonska diafragma bo ščitila gradbeno jamo pred vdorom podzemne vode iz kvartarnih plasti.

Pri izkopu bo potrebno poskrbeti tudi za razbremenjevanje hidrostaticnega pritiska na dnu izkopne jame, za kar so predvidene razbremenjevalne vrtine.

10.3.8 O8 – Protipoplavna zaščita – nasip, nadvišanje silosa

Ta SSK ščiti odlagalno enoto – silos, med obratovanjem, pred maksimalnimi možnimi poplavami za to lokacijo. Zagotavljati pa mora tudi ustrezno trdnost, da so na njem zgrajeni objekti, skladno z zahtevano potresno varnostjo, ter zagotavljati ustrezno odpornost na bočno

erozijo v primeru poplav. Nadvišanje silosa nad koto nasipa nudi odlagalnemu silosu še dodatno varnost pred poplavami in ima hkrati lahko tudi druge funkcije – ograja okoli silosa, ipd.

Skladno z IDZ [6] je predvidena višina platoja na koti 155,20 m n.m., parapet silosa pa ima višino 1,3 m glede na koto nasipa in predstavlja zaščitno ograjo, ter še dodatno zaščito pred poplavo.

10.3.9 O9 – Hala nad silosom

Nadstrešnica je SSK, ki ščiti gradbeno jamo, silos in odlagalno - transportne naprave, med obratovanjem, pred vplivom atmosferilij. Pokriva celotno tlorisno področje silosa, skupaj z manipulativnimi - prekladalnimi površinami.

10.3.10 O10 – Odlagalno – transportne naprave

SSK, ki omogoča izvedbo odlaganja KPE v silos, ustrezno pozicioniranje in varno obratovanje. Omogoča tudi izvajanje transporta različnih materialov, ki jih bo potrebno dostaviti v silos med obratovanjem (polnilni material ipd.) Po potrebi mora omogočati tudi ustrezen transport delavcev v silos in iz njega. Pri tem je potrebno predvideti tudi možnost vstavljanja NSRAO v silos, brez pakiranja v KPE (npr. posamezne velike komponente).

Predvidena [6] je izvedba portalnega žerjava, ki ga bo mogoče upravljati iz kontrolne sobe ali lokalno.

10.3.11 O11 - Elektro instalacije

So vse konstrukcije, sistemi in komponente znotraj odlagalnega objekta, ki posredujejo pretok električne energije od vključno elektro razdelilne omarice v odlagalnem objektu do naprav porabnika. Te zajemajo elektroenergetske inštalacije različnih napetosti, med katere spadajo:

- Instalacije razsvetljave
- Instalacije elektromotorskih pogonov
- Instalacije elektrotplotnih postrojev

Elektro instalacije morajo biti protipožarno usklajene z zahtevami Študije požarne varnosti.

10.3.12 O12 – Protipožarni sistem

Je SSK, ki v odlagalnem objektu skrbi za požarno varnost. Zajema celoten sistem požarne varnosti v odlagalnem objektu.

Protipožarna zaščita mora upoštevati načelo obrambe v globino tako, da se zagotovijo:

- ukrepi, ki preprečujejo nastanek požarov,
- hitro zaznavanje, nadzor in pogasitev vsakega požara ter
- preprečitev širitve požara in njegovih posledic na katerem koli območju, kjer bi lahko bila ogrožena varnost odlagališča, ali do tega območja.

Požarna varnost zgradbe:

- Projektirana mora biti tako, da je požarno čim varnejša in po potrebi razdeljene na požarne sektorje in požarne celice.
- Požarni sektorji morajo preprečiti, da bi požar obremenilno vplival na opremo, pomembno za varnost, in ločiti redundantne ali raznovrstne proge posameznih varnostnih sistemov med seboj.

- Zgradba, v kateri so radioaktivne snovi in v kateri bi požar lahko povzročil radioaktivne izpuste, mora biti projektirana tako, da bi bili ob požaru taki izpusti čim manjši.
- Projekt mora zagotoviti požarne poti za vse, ki sodelujejo pri obvladovanju požara in evakuacijske poti za zaposlene v objektu.

10.3.13 O13 – Sistemi fizičnega varovanja

Je SSK, ki v okviru odlagalnega objekta pokriva izvedbo fizičnega in tehničnega varovanja.

10.3.14 O14 – Sistemi monitoringa

V ta SSK spadajo vse konstrukcije, sistemi in komponente za izvajanje monitoringa v okviru odlagalnega objekta, in sicer za:

- Obratovalni monitoring,
- Okoljski monitoring,
- Monitoring stanja objekta.

10.3.15 O15 – Strojne instalacije

V ta SSK prištevamo naslednje instalacije, ki se nahajajo v okviru odlagalnega objekta.:

- Prezračevanje in klimatizacija
- Hidrantni sistem

Strojne instalacije morajo biti protipožarno usklajene z zahtevami Študije požarne varnosti.

10.3.16 O16 - Sistem varstva pred sevanji

Območje odlagalnega objekta je v celoti radiološko nadzorovano območje. O17 predstavlja skupek vseh komponent, sistemov in konstrukcij, ki omogočajo vzpostavitev, obratovanje in nadzor radiološko nadzorovanega območja.

10.3.17 O17 - Telekomunikacijski sistemi

Telekomunikacijski sistemi zajemajo instalacije telekomunikacijskih naprav v odlagalnem objektu med katere spadajo:

- Telefonske in računalniške instalacije (vključuje tudi programsko opremo)
- Instalacije govornih naprav in ozvočenja
- Antenske instalacije

10.4 Opis SSK - Tehnološki objekt

10.4.1 T1 - Zgradba - gradbena konstrukcija

SSK T1 predstavlja gradbeno konstrukcijo - zgradbo Tehnološkega objekta. Ta je namenjen [20] :

- začasnemu skladiščenju in sanaciji morebiti poškodovanih zabojnikov odpadkov,
- meritvam,
- nadzoru nad tehnološkimi postopki ter,
- preostalim potrebnim tehnološkim in servisnim funkcijam odlagališča kot tudi funkcijam za zagotavljanje jedrske in sevalne varnosti.

V tehnološkem objektu je tudi kontrolna točka vstopa in izstopa iz radiološko nadzorovanega območja. Tehnološki objekt bo zgrajen v dveh fazah.

Prva faza TO;

- kontrolna točka s pripadajočimi prostori;
- shramba sekundarnih radioaktivnih odpadkov in merilnica;
- servisni, energetski in tehnični prostori za potrebe TO, 1. faza; ter
- skupni in pomožni prostori,

Druga faza TO:

- rezervne skladiščne zmogljivosti z vročo delavnico in skladiščem sekundarnih NSRAO;
- strojnica prezračevanja in merilnica za potrebe delovanja 2. faze TO

10.4.2 T2- Protipoplavna zaščita

Ta SSK ščiti tehnološki objekt med obratovanjem, pred maksimalnimi možnimi poplavami za to lokacijo. Zagotavljati pa mora tudi ustrezno trdnost, da so na njem zgrajeni objekti, skladno z zahtevano potresno varnostjo, ter zagotavljati ustrezno odpornost na bočno erozijo v primeru poplav.

V IDZ [6] je predvideno, da bodo vsi objekti, pomembni za jedrsko in sevalno varnost (odlagalni in tehnološki objekti) zgrajeni na protipoplavnem - nasutem platoju, ki bo varoval objekte pred največjo verjetnostno poplavo (PMF). Vrhnja kota nasipa je 155,20 m n.m.

10.4.3 T3 - Elektro inštalacije

So vse konstrukcije, sistemi in komponente znotraj tehnološkega objekta, ki posredujejo pretok električne energije od vključno elektro razdelilne omarice v tehnološkem objektu do naprav porabnika. Te zajemajo elektroenergetske inštalacije različnih napetosti, med katere spadajo:

- Instalacije razsvetljave
- Instalacije elektromotorskih pogonov
- Instalacije elektrotplotnih postrojev

Elektro instalacije morajo biti protipožarno usklajene z zahtevami Študije požarne varnosti.

10.4.4 T4 - Strojne inštalacije

V ta SSK prištevamo naslednje inštalacije, ki se nahajajo v okviru tehnološkega objekta.:

- Vodovod,
- Ogrevanje,
- Prezračevanje in klimatizacija,

Strojne instalacije morajo biti protipožarno usklajene z zahtevami Študije požarne varnosti.

10.4.5 T5 - Kanalizacijski sistemi

Ta SSK predstavljajo vse konstrukcije, sistemi in komponente, ki so v tehnološkem objektu namenjeni notranji kanalizaciji za odvajanje in čiščenje odpadnih voda in bodo priključene na javno kanalizacijsko omrežje.

10.4.6 T6- Sistemi fizičnega varovanja

Je SSK, ki v okviru tehnološkega objekta pokriva izvedbo fizičnega in tehničnega varovanja.

10.4.7 T7 - Sistem varstva pred sevanji

Območje tehnološkega objekta je deloma v območju radiološko nadzorovanega območja deloma pa izven tega območja. T7 predstavlja skupek vseh komponent, sistemov in konstrukcij, ki omogočajo vzpostavitev, obratovanje in nadzor radiološko nadzorovanega območja, ter izvajanje zahtevanih dejavnosti varstva pred sevanji znotraj radiološko nadzorovanega območja tehnološkega objekta.

10.4.8 T8 - Telekomunikacijski sistemi

Telekomunikacijski sistemi zajemajo instalacije telekomunikacijskih naprav v tehnološkem objektu med katere spadajo:

- Telefonske in računalniške instalacije
- Instalacije govornih naprav in ozvočenja
- Antenske instalacije

10.4.9 T9 – Protipožarni sistem

Je SSK, ki v tehnološkem objektu pokriva zahteve požarne varnosti.

Protipožarna zaščita mora upoštevati načelo obrambe v globino tako, da se zagotovijo:

- ukrepi, ki preprečujejo nastanek požarov,
- hitro zaznavanje, nadzor in pogasitev vsakega požara ter
- preprečitev širitve požara in njegovih posledic na katerem koli območju, kjer bi lahko bila ogrožena varnost odlagališča, ali do tega območja.

Požarna varnost zgradbe:

- Projektirana mora biti tako, da je požarno čim varnejša in po potrebi razdeljene na požarne sektorje in požarne celice.
- Požarni sektorji morajo preprečiti, da bi požar obremenilno vplival na opremo, pomembno za varnost, in ločiti redundantne ali raznovrstne proge posameznih varnostnih sistemov med seboj.
- Zgradba, v kateri so radioaktivne snovi in v kateri bi požar lahko povzročil radioaktivne izpuste, mora biti projektirana tako, da bi bili ob požaru taki izpusti čim manjši.
- Projekt mora zagotoviti požarne poti za vse, ki sodelujejo pri obvladovanju požara in evakuacijske poti za zaposlene v objektu.

10.4.10 T10 - Monitoring

SSK zajema vse potrebne skupke konstrukcij, sisteme in komponente, ki omogočajo izvajanje obratovalnega, radiološkega in okoljskega monitoringa v Tehnološkem objektu ter ustrezno

shranjevanje pridobljenih podatkov. Omogočati mora tudi ustrezno primerjavo in obveščanje, če je to potrebno.

10.5 Opis SSK – Upravno - servisni objekt

10.5.1 US1 - Zgradba - gradbena konstrukcija

SSK US1 predstavlja gradbeno konstrukcijo – zgradbo Upravno servisnega objekta. Skladno z IDZ [87] so v upravnem delu objekta locirani prostori in sistemi, ki so namenjeni dejavnostim vodenja odlagališča ter s tem povezanim servisnim in administrativnim dejavnostim ter dejavnostim kontrole vnosa predmetov in vstopa oseb (zaposlenih in obiskovalcev), kontrole uvoza vozil (z RAO in ostalih vozil) ter nadzora nad odlagališčem.

Servisni del objekta je namenjen energetskim dejavnostim, preskrbi s požarno vodo, zbiranju komunalnih odpadkov, skladiščenju opreme in geoloških vzorcev (jeder) ter delavnici.

Zgradba se nahaja izven radiološko nadzorovanega območja.

10.5.2 US2 - Protipoplavna zaščita

Ta SSK ščiti servisni objekt med obratovanjem, pred poplavami z določeno povratno dobo za to lokacijo. Zagotavljati pa mora tudi ustrezno trdnost, da so na njem zgrajeni objekti, skladno z zahtevano potresno varnostjo, ter zagotavljati ustrezno odpornost na bočno erozijo v primeru poplav.

V Idejnem projektu [27] je bilo sicer predvideno, da zadošča, da se upravni objekt ščiti pred poplavo s 1000 – letno povratno dobo. Zaradi racionalizacije gradnje in enotnega platoja je v IDZ [6] je predvideno, da bo upravno servisni objekt zgrajen na protipoplavnem - nasutem platoju z vrhno koto 155,2 m. n. m. kar predstavlja varovanje pred maksimalno možno poplavo.

10.5.3 US3 - Elektro inštalacije

So vse konstrukcije, sistemi in komponente znotraj upravno servisnega objekta, ki posredujejo pretok električne energije od vključno elektro razdelilne omarice v tehnološkem objektu do naprav porabnika. Te zajemajo elektroenergetske inštalacije različnih napetosti, med katere spadajo:

- Instalacije razsvetljave
- Instalacije elektromotorskih pogonov
- Instalacije elektrotplotnih postrojev
- Elektro instalacije morajo biti protipožarno usklajene z zahtevami Študije požarne varnosti.

10.5.4 US4 - Strojne inštalacije

V ta SSK prištevamo naslednje instalacije, ki se nahajajo v okviru upravno servisnega objekta:

- Vodovod,
- Ogrevanje,
- Prezračevanje
- Strojne instalacije morajo biti protipožarno usklajene z zahtevami Študije požarne varnosti.

10.5.5 US5 - Kanalizacijski sistem

Ta SSK predstavljajo vse konstrukcije, sistemi in komponente, ki so v upravno servisnem objektu namenjeni notranji kanalizaciji za odvajanje in čiščenje odpadnih voda in bodo priključeni na javno kanalizacijsko omrežje.

10.5.6 US6 - Sistem fizičnega varovanja

Je SSK, ki v okviru servisnega objekta pokriva izvedbo fizičnega in tehničnega varovanja.

10.5.7 US7- Telekomunikacijski sistemi

Telekomunikacijski sistemi zajemajo instalacije telekomunikacijskih naprav v servisnem objektu med katere spadajo:

- Telefonske in računalniške instalacije
- Instalacije govornih naprav in ozvočenja
- Antenske instalacije

10.5.8 US8 – Protipožarni sistem

Je SSK, ki v upravno servisnem objektu pokriva zahteve požarne varnosti.

Protipožarna zaščita mora upoštevati načelo obrambe v globino tako, da se zagotovijo:

- ukrepi, ki preprečujejo nastanek požarov,
- hitro zaznavanje, nadzor in pogasitev vsakega požara ter
- preprečitev širitve požara in njegovih posledic na katerem koli območju, kjer bi lahko bila ogrožena varnost odlagališča, ali do tega območja.

Požarna varnost zgradbe:

- Projektirana mora biti tako, da je požarno čim varnejša in po potrebi razdeljene na požarne sektorje in požarne celice.
- Požarni sektorji morajo preprečiti, da bi požar obremenilno vplival na opremo, pomembno za varnost, in ločiti redundantne ali raznovrstne proge posameznih varnostnih sistemov med seboj.
- Projekt mora zagotoviti požarne poti za vse, ki sodelujejo pri obvladovanju požara in evakuacijske poti za zaposlene v objektu.

10.6 Opis SSK - Objekti fizičnega varovanja

10.6.1 F1 - Zunanja ograja

Predstavlja SSK, ki poteka po zunanji meji prostora odlagališča NSRAO in omejuje neposredni dostop do same lokacije odlagališča – kontrolirano območje.

10.6.2 F2 - Notranja ograja

Predstavlja SSK, ki znotraj odlagališča NSRAO ločuje radiološko nadzorovano območje od ostalega območja odlagališča.

10.6.3 F3 - Ostali sistemi fizičnega varovanja

Ta SSK predstavlja vse ostale sisteme, konstrukcije in komponente, ki so na širšem področju odlagališča pomembni za izvedbo fizičnega in tehničnega varovanja

10.7 Opis SSK - Zunanja ureditev

10.7.1 Z1 - Nasip

Ta SSK ščiti celotno odlagališče med obratovanjem, pred poplavami z določeno povratno dobo za to lokacijo. Zagotavljati pa mora tudi ustrezno trdnost, da so na njem zgrajeni objekti in infrastruktura, skladno z zahtevano potresno varnostjo ter zagotavljati ustrezno odpornost na bočno erozijo v primeru poplav.

10.7.2 Z2 - Transportne ureditve

Ta SSK predstavljajo vse ureditve, ki omogočajo in zagotavljajo izvedbo vseh vrst transporta na odlagališču. Predstavlja pa transportne ureditve znotraj zunanje ograje odlagališča.

10.7.3 Z3 - Ozelenjene površine

Ta SSK predstavlja vse ozelenjene površine v okviru odlagališča NSRAO. Po potrebi zavzema tudi pas zunaj zunanje ograje odlagališča.

10.7.4 Z4 - Zunanja razsvetljava

Ta SSK predstavljajo vsi sistemi, naprave in komponente, ki omogočajo izvedbo zunanje razsvetljave odlagališča NSRAO.

10.7.5 Z5 - Zbiranje in odvajanje padavinskih in odpadnih vod

To so sistemi, naprave in komponente, ki omogočajo ustrezno zbiranje, po potrebi kontroliranje in odvajanje padavinskih odpadnih voda.

IDZ predvideva, da se padavinske odpadne vode s streh na celotnem območju odlagališča preko peskolovov speljejo v ponikovalnico. Padavinske vode z utrjenih površin pa se speljejo v ponikovalnico preko lovilnikov olj.

10.7.6 Z6 - Zunanji razvod vodovoda in hidrantno omrežje

Zunanji razvod vodovoda poteka znotraj ograje odlagališča in je namenjen oskrbi vseh objektov na odlagališču s pitno in požarno vodo ter sočasno služi kot zunanje hidrantno omrežje za gašenje požarov. Postavitev in število hidrantov mora biti skladno s študijo požarne varnosti.

10.8 Opis SSK - Infrastrukturni vodi in priključki

10.8.1 I1 - Elektro

V ta SSK spada električni priključek ter ustrezni razvodi, do posameznih razdelilnih omaric oz. porabnikov.

V okviru IDZ [3] sta predvidena dva elektroenergetska priključka. Prvi priključek (SN priključek) predstavlja vključitev odlagališča v elektroenergetski sistem, drugi priključek (NN priključek) pa vključitev črpališča za prečrpavanje kanalizacijske odpadne vode novega črpališča.

Elektroenergetski priključek odlagališča NSRAO mora zagotavljati energetska napajanje vseh objektov, sistemov in naprav, ki so potrebni za delovanje odlagališča kot samostojnega jedrskega objekta.

Celotni elektroenergetski priključek je v skladu z veljavnimi tehničnimi standardi in smernicami ter zahtevami Elektro Celje, ki upravlja z elektroenergetskimi vodi in dobavlja električno energijo na tem področju in zajemajo naslednja področja:

- priključitev na obstoječo transformatorsko postajo,
- postavitev transformatorja moči 400 kVA na platoju odlagališča,
- postavitev novih SN in NN omar,
- elektroenergetski razvod SN vodov.

V sklopu izgradnje odlagališča NSRAO je predvideno napajanje iz TP Kostak – Deponija 20/0,4 kV s TR moči 1 MVA in sicer:

- SN priključek (20kV) za samo odlagališče (nova TP ARAO 20/0,4 kV s TR moči 400 kVA)
- NN priključek (0,4 kV) za novo črpališče kanalizacije (tipska izvedba z dvema črpalkama 5,5 kW.

Sisteme in sestavne dele pomembne za varnost mora napajati s potrebno električno energijo, kot zasilnim virom, tudi dizel agregat in sicer v vseh stanjih objekta ter med projektnim dogodkom. Ob izgubi zunanje napajanje se pomembni SSK napajajo iz dizel agregata (DA). Oskrba z električno energijo iz DA se predvidi pri črpalkah rezervoarja za zbiranje vode v tehnološkem objektu, za dvigalo in črpalke v odlagalnem objektu, za kontrolni bazen in za črpališče požarne vode v sklopu upravno servisnega objekta. DA za varnostno napajanje mora imeti zagotovljeno zalogo goriva za 24-urno obratovanje na polni moči. V primeru izpada zunanje napajanja se dejavnosti sprejema in odlaganja NSRAO prekinejo takoj, dejavnosti neodelagalnih del na območju silosa pa v najkrajšem možnem času oz. najkasneje v osmih urah po izpadu.

Za napajanje občutljivih porabnikov, ki morajo imeti zagotovljeno stalno neprekinjeno napajanje, tako ob izpadu omrežja oziroma DA napetosti, je za vsako funkcionalno enoto odlagališča predvidena ustrezna UPS naprava.

Z izgradnjo novega odlagališča je celotna kanalizacija iz vseh objektov priključena na centralno kanalizacijo - smer Spodnji Stari Grad. Zaradi višinske razlike nove in obstoječe kanalizacije, je na desni strani pri uvozu na deponijo Kostak načrtovana izgradnja vkopanega prečrpališča.

10.8.2 I2 - Telekomunikacije

Skladno z IDZ [88] je potrebno objekte odlagališča priključiti na komunikacijsko omrežje. Telekomunikacijski priključek odlagališča NSRAO na obstoječo TK omrežje se izvede z novim optičnim kablom. Trasa novega optičnega kabla bo potekala med jaškom pri uvozu na deponijo Kostak Krško in upravno-servisnim objektom odlagališča USO. Na tej trasi bo zgrajena kabelska kanalizacija v obliki PE/HD cevi, v katero se bo uvelikel optični kabel.

10.8.3 I3 - Vodovod

V IDZ [88] je vodovodni priključek načrtovan tako, da je odlagališče prek vodomernega jaška priključeno na vodovodno omrežje na območju rekonstruirane Vrbinske ceste.

Cevovodi se položijo na posteljico iz drobnega peska. Nad osjo cevovoda se po osnovnem nasipu položi PVC označevalni trak v modri barvi z napisom POZOR VODOVOD

Vodovod poteka preko vodomernega jaška, kjer se vgradi vodomer.

10.8.4 I4 – Fekalna Kanalizacija

Skladno z IDZ [88] je kanalizacija komunalnih vod na odlagališču NSRAO zasnovana tako, da odvaja sanitarne vode iz objektov ter tehnološke vode, ki se zbirajo v zbiralnikih: zbiralni bazen v silosu, zbiralni jašek v TO, 2. faza in kontrolni bazen, ter zbiralni rezervoar v TO 1. faza. Zbrane tehnološke vode v bazenu se kontrolirajo, in če ustrezajo zahtevam predpisanih pogojev za izpust v javno kanalizacijsko omrežje, se jih lahko izpusti v javni kanalizacijski sistem.

Zaradi konfiguracije terena in ovir na trasi, je le-ta razdeljena na:

- Prosto padni / gravitacijski del: od ograje odlagališča NSRAO do črpališča pri uvozu k Centru za zbiranje komunalnih odpadkov Kostak d.d. in
- Tlačni del od črpališča do priključitve na obstoječe črpališče Libna.

10.8.5 I5 - Meteorna kanalizacija

Meteorno kanalizacijo se skladno z IDZ [88] spelje v ponikovalnico v okviru odlagališča. Odvodnjavanje parkirišča je urejeno tako, da se voda steka ob robnikih do cestnih požiralnikov in nato skozi lovilec olj v ponikovalnico.

Odvajanje padavinske odpadne vode znotraj ožjega ureditvenega območja NSRAO mora biti razdeljeno:

- odvajanje prometnih površin, ki jih je potrebno pred izpustom očistiti v koalescenčnem lovilcu olj, in na
- strešne vode, ki jih ni potrebno očisti v koalescenčnem lovilcu olj. S tem je zmanjšana količine meteornih voda, ki jih je potrebno pred izpustom očistiti.

Meteorne vode (očiščene) in strešne vode nato ponikajo v skupnem ponikovalnem polju, ki je načrtovano v JV delu zemljišča NSRAO.

10.8.6 I6 – Cestna povezava

Skladno z IDZ [88] se dostop do odlagališča izvede po cestnem priključku z Vrbinske ceste. Vrbinska cesta se rekonstruira od priključne ceste za NSRAO do načrtovanega krožišča Spodnji Stari Grad v dolžini 460 m.

10.9 Opis SSK - Objekti za monitoring

10.9.1 M1 - Monitoring

V okvir tega SSK spadajo vsi sistemi, komponente in konstrukcije ki v okviru zunanjega dela odlagališča omogočajo izvedbo radiološkega, obratovalnega in okoljskega monitoringa, ter ustrezno shranjevanje pridobljenih podatkov. Omogočati mora tudi ustrezno primerjavo in obveščanje, če je to potrebno.

10.10 Varnostna klasifikacija SSK

Varnostna klasifikacije je, skladno z JV5, razvrščanje SSK glede na zahtevane varnostne funkcije za zagotovitev jedrske varnosti in razvrščanje SSK glede na njihovo pomembnost za jedrsko varnost v varnostne kategorije.

Skladno s stopenjskim pristopom in Pravilnikom JV 5 [1], ki zahteva, da je potrebno vse SSK klasificirati v varnostne razrede smo za odlagališče NSRAO definirali dva varnostna razreda (kategoriji). To sta:

- SSK-ji pomembni za jedrsko in sevalno varnost (POM): v to kategorijo spadajo tisti SSK ji, katerih odpoved bi relativno močno spremenila rezultate varnostne ocene, oz. bi zahtevala večjo spremembo modelov vključenih v varnostno oceno.
- SSK-ji nepomembni za jedrsko in sevalno varnost (NEPOM): v to kategorijo spadajo tisti SSK ji, katerih odpoved ne bi močno spremenila rezultatov varnostne ocene, oz. ne bi zahtevala večjo spremembo modelov vključenih v varnostno oceno.

Varnostna klasifikacija je bila, skladno s stopenjskim pristopom in zahtevami JV 5 [1], izvedena na podlagi rezultatov varnostnih analiz in inženirske presoje skupine strokovnjakov iz različnih področji, ki so tudi pripravljali Projektne osnove. Zaradi stopenjskega pristopa varnostna kategorizacija SSK jev ni bila izvedena.

Spodnja tabela 8 prikazuje varnostno klasifikacijo za posamezne SSK-je, ki so določeni v poglavju 10.2.

Tabela 8: Varnostna klasifikacija za posamezne SSK-je.

Oznaka SSK	Opis SSK	Varnostna funkcija (poglavje 4.3)	Varnostna klasifikacija	Pasivna (P) ali aktivna (A) funkcija	Komentar
O1	Končna pakirna enota	P, C, H, I, S, Š	POM	P	SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem in po zaprtju.
O2	Polnilo	P, C, H, S, Š	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem in po zaprtju.
O3	Silos	P, C, H, I, S	POM	P	SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem in po zaprtju.
O4	Drenažni sistem	H	POM	A	Med obratovanjem
O5	Zapora med silosom in vodonosnikom	P, C, H, I	POM	P	Zapora izvaja funkcijo izolacije silosa in s tem odpadkov pred vodonosnikom. SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem in po zaprtju.
O6	Polnilni material na nivoju vodonosnika	I	NEPOM		Polnilni material izvaja funkcijo izolacije silosa in s tem odpadkov pred

					vodonosnikom. SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem in po zaprtju.
O7	Konstrukcija, ki omogoča izkop gradbene jame	S	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med gradnjo.
O8	Protipoplavna zaščita - nasip	H, Su	POM	P	SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem. Ta SSK skupaj z SSK ji T2 in US2 predstavlja enoten nasip, ki je zaradi sistematičnega pristopa razdeljen na tri dele glede na objekte odlagališča.
O9	Hala nad silosom	H, Š, Su	NEPOM		Hala nad silosom, je nadstrešnica, ki varuje silos pred vremenskimi vplivi.
O10	Odlagalno transportne naprave	Su	POM	A	SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
O11	Elektro instalacije	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
O12	Protipožarni sistem	Su	POM	A	SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
O13	Sistemi fizičnega varovanja	V, I, Su	POM	A	SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem in po zaprtju.
O14	Sistemi monitoringa	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem in po zaprtju (obdobje aktivnega nadzora).
O15	Strojne inštalacije	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem in po zaprtju.
O16	Sistem varstva pred sevanji	Su	POM	A/P	SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
O17	Telekomunikacijski sistemi	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.

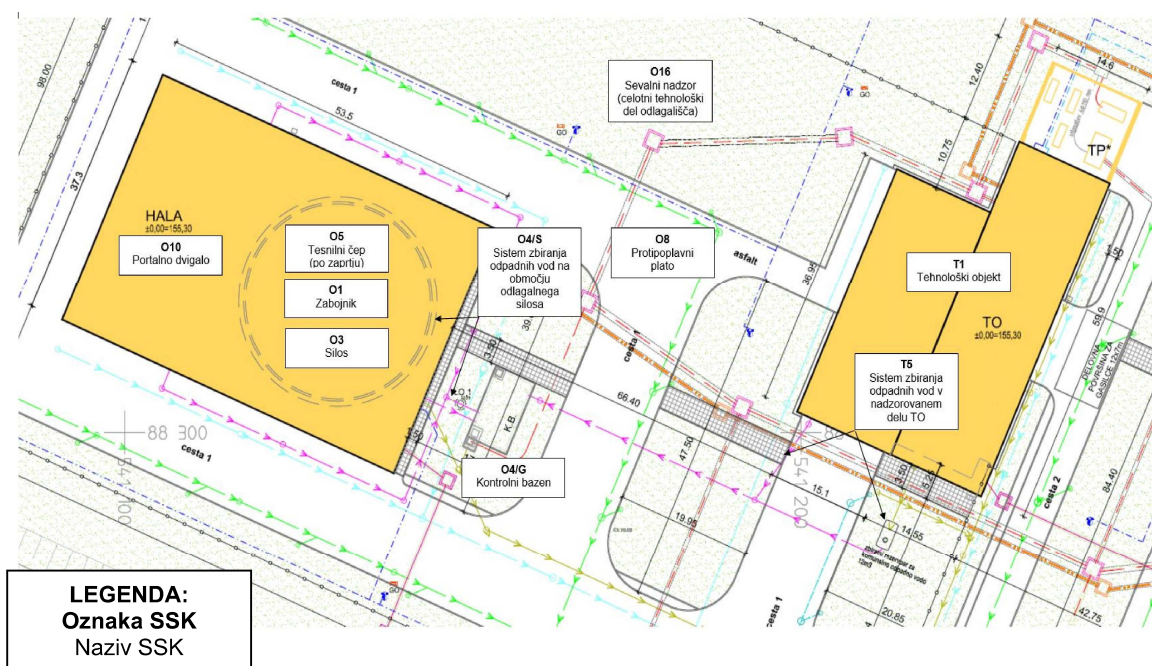
T1	Zgradba - gradbena konstrukcija	P, I, S, Š, V	POM	P	SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
T2	Protipoplavna zaščita	H, Su	POM	P	SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem. Ta SSK skupaj z SSK ji O8 in US2 predstavlja enoten nasip, ki je zaradi sistematičnega pristopa razdeljen na tri dele glede na objekte odlagališča.
T3	Elektro inštalacije	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
T4	Strojne inštalacije	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
T5	Kanalizacijski sistemi	P, Su	POM	A	V okviru sistemov mora biti omogočen sistem zajema in kontrole odpadnih voda, ki bi lahko bile kakorkoli kontaminirane. SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
T6	Sistemi fizičnega varovanja	I, V, Su	POM	A	SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
T7	Sistem varstva pred sevanji	Su	POM	A/P	SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
T8	Telekomunikacijski sistemi	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
T9	Protipožarni sistem	Su	POM	A	SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
T10	Monitoring	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
US1	Zgradba - gradbena konstrukcija	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
US2	Protipoplavna zaščita	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem. Ta SSK skupaj z SSK ji O8 in T2 predstavlja enoten nasip, ki je

					zaradi sistematičnega pristopa razdeljen na tri dele glede na objekte odlagališča.
US3	Elektro inštalacije	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
US4	Strojne inštalacije	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
US5	Kanalizacijski sistem	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
US6	Sistemi fizičnega varovanja	V, Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
US7	Telekomunikacijski sistemi	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
US8	Protipožarni sistem	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
F1	Zunanja ograja	V	POM	P	SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
F2	Notranja ograja	V	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem in po zaprtju (faza aktivnega in pasivnega nadzora).
F3	Sistemi fizičnega varovanja	V	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
Z1	Protipoplavna zaščita	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
Z2	Transportne ureditve	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
Z3	Ozelenjene površine	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem in po zaprtju.
Z4	Zunanja razsvetljava	V, Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
Z5	Zbiranje in odvajanje padavinskih odpadnih vod	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.

Z6	Zunanji razvod vodovoda in hidrantno omrežje	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
I1	Elektro	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
I2	Telekomunikacije	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
I3	Vodovod	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
I4	Kanalizacija	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
I5	Meteorna kanalizacija	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem.
I6	Cestni priključek	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem in po zaprtju.
M1	Monitoring	Su	NEPOM		SSK opravlja svoje funkcije med obratovanjem in po zaprtju (obdobje aktivnega nadzora).



Slika 10-5: SSK ji pomembni za jedrsko in sevalno varnost za celotno odlagališče (povzeto po [89])



Slika 10-6: SSK ji pomembni za jedrsko in sevalno varnost za posamezne objekte odlagališča (povzeto po [89])

11 TEHNIČNE ZAHTEVE ZA SSK ODLAGALIŠČA

V 10. poglavju je podan opis odlagališča ter določitev in opis SSK-jev, ki so razdeljeni glede na objekte in naprave ter je podana njihova varnostna klasifikacija na pomembne in nepomembne za jedrsko in sevalno varnost. V tem poglavju so zapisane različne zahteve za vse SSK ne glede na njihovo varnostno klasifikacijo, ki so združene v skupine glede na stopnjo ali podlago zahtev kot je to določeno v poglavju 2.3 Obseg projektnih osnov.

Dejanska upoštevanost tehničnih zahtev je podrobneje določena v poglavju 5 dokumenta osnutka varnostnega poročila [80], kjer je zapisano na kak način in kje v osnutku varnostnega poročila so te zahteve izpolnjene.

11.1 Obratovalni pogoji in omejitve

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

- 1) ZVISJV v 71. členu določa, da mora varnostno poročilo, ki se priloži k projektni dokumentaciji za gradnjo jedrskega objekta med drugim vsebovati tudi obratovalne pogoje in omejitve za varno obratovanje za čas poskusnega obratovanja in med rednim obratovanjem.
- 2) Pravilnik JV5 [1] v 46. členu določa osnove obratovalnih pogojev in omejitev, ki so del vsebine varnostnega poročila iz 43. člena tega pravilnika in morajo:
 - temeljiti na projektnih osnovah, rezultatih preizkusov in varnostnih analizah, ki ustrezno upoštevajo negotovost teh analiz,
 - zagotavljati varno obratovanje sevalnega ali jedrskega objekta v skladu s projektnimi osnovami in varnostnim poročilom,
 - določiti pogoje, ki morajo biti izpolnjeni, da se preprečijo okoliščine, ki lahko vodijo v nesrečo, in ublažijo posledice morebitne nesreče,
 - vsebovati zahteve po delovanju varnostnih sistemov in varnostnih funkcij v vseh stanjih objekta.

Obratovalni pogoji in omejitve morajo obstajati za vsa obratovalna stanja objekta.

Obratovalni pogoji in omejitve morajo vsebovati:

- opredelitev pojmov,
- varnostne meje,
- mejne nastavitve parametrov varnostnih sistemov,
- mejne pogoje obratovanja in zahteve po minimalno delujoči opremi, vključno z zahtevo, koliko SSK, pomembnih za sevalno ali jedrsko varnost, mora obratovati ali biti pripravljenih za obratovanje,
- potrebne ukrepe pri prekoračitvi obratovalnih pogojev in omejitev ter razpoložljivi čas za izvedbo teh ukrepov,
- zahteve po nadzoru in zahteve glede preizkušanj, kalibracij in pregledov SSK, s katerimi se zagotavlja, da SSK lahko izpolnijo svojo funkcijo
- zahtevo po najmanjšem številu osebja z dovoljenjem, potrebnim za varno obratovanje objekta v različnih stanjih objekta.

V skladu s stopenjskim pristopom se smiselno upošteva še obratovalne pogoje in omejitve za skladišča z radioaktivnimi odpadki iz 47. člena točke (2) pravilnika JV5 [1] in sicer:

- okoljske razmere v skladišču (npr. temperatura, vlažnost, viri sevanja)

- učinke morebitnega sproščanja plinov iz odpadkov, še zlasti nevarnost vžiga, eksplozije, deformacije paketov z radioaktivnimi odpadki ali z vidika varstva pred sevanji
- primernost skladišča za ravnanje in ponovno razpolaganje z odpadki.

Med vrednostmi varnostnih mej, mejnimi nastavitvami parametrov varnostnih sistemov, alarmi in obratovalnimi pogoji mora biti predvidena ustrezna razlika, da ni prepogostega proženja varnostnih sistemov.

Varnostne meje morajo biti določene konservativno z upoštevanjem predpostavk in negotovosti varnostnih analiz.

- 3) Način uporabe obratovalnih pogojev in omejitev je določen v pravilniku JV9 [90], ki obratovalne pogoje in omejitve definira kot skupino pravil, ki so del varnostnega poročila in določajo omejitve parametrov, zmogljivost in delovanje opreme, pa tudi ukrepanje osebja za varno obratovanje sevalnega ali jedrskega objekta. Uporaba obratovalnih pogojev in omejitev je določena v 3. členu pravilnika.

II. Mednarodni standardi, načela in direktive

- 1) V skladu s stopenjskim pristopom naj se smiselno upošteva dokument IAEA Safety Standards Series (SSS), No. SSR-2/1, Specific Safety Requirements - Safety of Nuclear Power Plants: Design, 2012, ki v zahtevi št. 28 določa, da morajo projektne osnove zagotoviti sklop obratovalnih pogojev in mejnih vrednosti za varno obratovanje objekta, ki naj vsebujejo splošne varnostne omejitve, mejne vrednosti nastavitve varnostnih sistemov, obratovalne omejitve in pogoje za obratovalna stanja, omejitve kontrolnih sistemov in postopkovne omejitve procesnih spremenljivk in druge pomembne parametre. Vsebujejo naj tudi zahteve za nadzor, vzdrževanje, preizkušanje in inšpekcijski pregled objekta, da se zagotovi, da SSK-ji delujejo kot so bili predvideni v projektnih osnovah in v skladu z zahtevo za optimizacijo tveganj ionizirajočega sevanja kot je to smiselno še izvedljivo. Potrebno je še zagotoviti pisne postopke z načrti za ukrepanje v primeru odstopanja od obratovalnih pogojev in omejitev.
- 2) Pri projektiranju naj bo upoštevana zahteva št. 18 o obratovanju odlagalnih objektov iz dokumenta IAEA Safety Standards Series (SSS), No. SSR-5, Specific Safety Requirements - Disposal of Radioactive Waste, 2011 podana v točkah 4.35, 4.36 in 4.37.
- 3) Pri projektiranju naj bodo upoštewane zahteve glede obratovanja v površinskih odlagališčih iz dokumenta IAEA Safety Standards Series (SSS), No. SSG-29, Specific Safety Guide - Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste, 2014, podane v točkah 6.47-6.61.

III. Priporočila in študije

- 1) Pri projektiranju odlagališča je potrebno upoštevati obratovalne pogoje in omejitve opisane v dokumentu WENRA [45].

IV. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji

- 1) Pri projektiranju je potrebno upoštevati pogoje, določene v VII. in VIII. poglavju Uredbe o DPN.

- 2) Obravnavati je potrebno priporočila in mnenja s projektnimi pogoji iz priloge 1.B. Mnenja in pogoji nosilcev urejanja prostora v dokumentu C4 - Smernice in mnenja s pojasnili glede njihovega upoštevanja iz prilog DPN za odlagališče NSRAO na lokaciji Vrbina v občini Krško. Mnenja s projektnimi pogoji bodo morala biti upoštevana pri izdelavi projektov za pridobitev gradbenega dovoljenja po predpisih o graditvi objektov.

V primeru, da je ugotovljeno bistveno odstopanje dejanskega stanja od podanih projektnih pogojev, je potrebno pridobiti nove projektne pogoje.

V. Zahteve investitorja

- 1) Pri načrtovanju delovanja odlagališča (obdobja odlagališča), modularnosti in faznosti gradnje odlagalnih enot ter fleksibilnosti zasnov objekta kot so predvidena v InvP Rev.C[19], je potrebno upoštevati vse zahteve za obratovalne pogoje in omejitve, ki sledijo iz predpisov sevalne in jedrske varnosti ter standardov in načel.
- 2) V zasnovi PGD projekta je predvideno, da zmogljivost odlagališča zadošča za odložitev polovice NSRAO, ki bodo nastali med obratovanjem NEK do leta 2043 in razgradnjo NEK ter za odložitev NSRAO drugih slovenskih povzročiteljev (medicina, industrija, raziskovalna dejavnost). NSRAO, ki jih bo treba odložiti, bodo vstavljeni v 990 odlagalnih zabojnikov tipa N2 (projektna količina zabojnikov). Za odložitev projektne količine zabojnikov bo treba zgraditi en odlagalni silos.
- 3) Za predvideno obdobje mirovanja odlagališča je potrebno določiti obdobje:
 - priprava odlagališča na mirovanje;
 - obdobje mirovanja odlagališča; in
 - priprava odlagališča na ponoven sprejem odpadkov

Poleg tega pa še stanja objektov odlagališča v mirovanju, organiziranost odlagališča v času mirovanja, izvajanje potrebnega monitoringa ter zahteve za SSK v mirovanju in program obvladovanja staranja SSK [2][19][29].

11.2 Zahteve glede objektov in konstrukcij

11.2.1 Splošno

Izhodišča

- ZVISJV [3]
- Pravilnik JV5 [1]
- Praktične smernice URSJV PS 1.03 [2]

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

- 1) Zakon o graditvi objektov (ZGO-1-UPB1, ZGO-1B, ZGO-1C, ZGO-1D), (Uradni list RS, št. 102/2004, 126/2007, 108/2009, 57/2012) v 9. členu določa, da se z gradbenimi predpisi za posamezne vrste objektov določijo njihove tehnične značilnosti tako, da ti objekti glede na svoj namen izpolnjujejo predpisane bistvene zahteve.
- 2) V 15. členu Zakon o graditvi objektov določa, da je treba objekte projektirati in zgraditi s takšnimi gradbenimi materiali in na takšen način, da bo objekt zanesljiv kot celota.
- 3) Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov (Uradni list RS št. 101/05, 61/17) v 5. členu določa, da je zahteve glede mehanske odpornosti in stabilnosti objektov mogoče

izpolniti s projektiranjem in gradnjo v skladu z načeli in pravili evrokodov. V 6. členu pravilnik določa, da se smejo pri projektiranju, gradnji in vzdrževanju objektov namesto pravil evrokodov uporabiti pravila iz drugih standardov, tehničnih smernic ali drugih tehničnih dokumentov, če je z njimi, ob upoštevanju načel evrokodov, mogoče zagotoviti najmanj enakovredno raven izpolnjevanja zahtev iz tega pravilnika. Pri uporabi teh pravil upoštevani vplivi na konstrukcije ne smejo biti manjši od vplivov, določenih v skladu s skupinama standardov SIST EN 1991 in SIST EN 1998 (npr. koristna obtežba v stavbah, karta snežnih obtežb, karta projektnih seizmičnih pospeškov), ob upoštevanju delnih faktorjev obtežbe v skladu s standardom SIST EN 1990.

II. Priporočila in študije

Praktične smernice URSJV: Vsebina varnostnega poročila za odlagališče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov [2].

III. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji

- 1) Pri projektiranju je potrebno upoštevati vse zahteve Uredbe o DPN.
- 2) Projektni pogoji podani v 1.B.13 MOP, ARSO, št. 35001-458/2009, z dne 17.11.2009, Mnenje in projektni pogoji s področja upravljanja z vodami.

IV. Zahteve na podlagi raziskav in analiz

Pri projektiranju bodo upoštevane zahteve in priporočila naslednjih dokumentov:

- Izvedba terenskih raziskav na potencialnih lokacijah v Republiki Sloveniji, za prostorsko umestitev odlagališča NSRAO v postopku priprave DLN za odlagališče NSRAO, 2. faza – Začetne raziskave geosfere in hidrosfere – Potencialna lokacija Vrbina v Občini Krško, Konzorcij partnerjev, januar 2007;
- Izvajanje terenskih raziskav na potencialnih lokacijah v Republiki Sloveniji, za prostorsko umestitev odlagališča NSRAO, v postopku priprave DLN za odlagališče NSRAO (2. faza) – začetne terenske raziskave geosfere in hidrosfere za potencialno lokacijo Vrbina v Občini Krško; Hidrološke in meteorološke raziskave; Končno poročilo; (Številka: 98-KSH/d-111, Datum: 12. 9. 2006).
- Poročilo o glavnih raziskave geo in hidrosfere za potrebe graditve odlagališča NSRAO [34]

V. Zahteve investitorja

Zahteve so razvidne iz projektne naloge za izdelavo projektne dokumentacije za odlagališče NSRAO Vrbina v občini Krško, št. NSRAO2-PNA-016-00.

11.2.2 Nasip

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

Pri projektiranju nasipa na katerem bodo zgrajeni objekti odlagališča bodo upoštevani:

- Standard SIST EN 1997-1, Evrokod 7 – Geotehnično projektiranje: 1. del: splošna pravila; poglavja 5 (nasutje, odvodnjavanje, ...), 6 (plitvo temeljenje) in 11 (nasipi)
- Tehnične specifikacije za ceste (Direkcija RS za ceste).

II. Priporočila in študije

Pri projektiranju bo upoštevano:

- V skladu s stopenjskim pristopom naj se smiselno upošteva Priporočilo KTA 2207 Flood Protection for Nuclear Power Plants.

III. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji

Projektni pogoji podani v 1.B.13 MOP, ARSO, št. 35001-458/2009, z dne 17.11.2009, Mnenje in projektni pogoji s področja upravljanja z vodami.

IV. Zahteve investitorja

1) Uporabljajo se vsi dostopni geološki, geomehanski in drugi rezultati za lokacijo Vrbina.

2) Območje objektov odlagališča NSRAO se ureja na treh nivojih:

- objekti pomembni za jedrsko varnost bodo zgrajeni na nasutem platoju z višino vrhnje kote, ki bo varovala objekte pred največjo verjetnostno poplavo (PMF)
- upravno-servisni objekt bo zgrajen na platoju s koto, ki bo varoval objekt pred poplavo z več kot tisočletno povratno dobo
- vstopni del odlagališča bo zgrajen na platoju, ki bo varovan najmanj pred 100-letno poplavno vodo
- dopušča se možnost enotnega platoja za celotno odlagališče NSRAO

11.2.3 Odlagalni in tehnološki objekti

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

Poleg splošnih zahtev glede graditve objektov, ki so navedene v poglavju 11.2.1 bodo pri projektiranju odlagalnih objektov in tehnološkega objekta upošteevane tudi zahteve iz Pravilnika JV5 [1].

II. Priporočila in študije

Pri projektiranju naj bodo upoštevana mednarodno priznana priporočila in študije.

III. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji

Projektni pogoji podani v 1.B.13 MOP, ARSO, št. 35001-458/2009, z dne 17.11.2009, Mnenje in projektni pogoji s področja upravljanja z vodami.

IV. Zahteve na podlagi raziskav in analiz

Zahteve za odlagalne objekte so navedene v poglavju 11.2.1. Splošno

V. Zahteve investitorja

Zahteve so razvidne iz projektne naloge za izdelavo projektne dokumentacije za odlagališče NSRAO Vrbina (NSRAO2-PNA-016-00).

11.2.4 Neodlagalni objekti

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

Zahteve za neodlagalne objekte so podane v poglavju 11.2.1. Splošno

II. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji

Projektni pogoji podani v 1.B.13 MOP, ARSO, št. 35001-458/2009, z dne 17.11.2009, Mnenje in projektni pogoji s področja upravljanja z vodami.

11.2.5 Odlagalni zabojnik

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

- Pri projektiranju odlagalnega zaboja bomo upoštevane zahteve za industrijski tovorek vrste IP-2 in tovorek vrste A, ki so navedene v poglavju 6.4 Sklepa o objavi prilog A in B k Evropskemu sporazumu o mednarodnem cestnem prevozu nevarnega blaga (ADR), (Uradni list RS, št. 9/03, 66/03, 9/05, 9/07).
- Zakon o gradbenih proizvodih (ZGPro-1), določa pogoje za dajanje na trg gradbenih proizvodov, za katere ne obstajajo harmonizirane tehnične specifikacije iz Uredbe (EU) št. 305/2011 Evropskega parlamenta.
- Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti (ZTZPUS-1) (Uradni list RS 17/11) ureja pogoje dajanja proizvodov na trg ali v uporabo ter njihove dostopnosti na trgu, tehnične zahteve za proizvode, postopke ugotavljanja skladnosti, zahteve in postopek določitve organov, ki sodelujejo v postopkih ugotavljanja skladnosti in listine, ki morajo biti priložene ob dajanju v promet oziroma ob začetku uporabe.
- Pravilnik o ravnanju z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom (JV7) [10] določa posebne zahteve za ravnanje z RAO in IG, ki se nanašajo na predelavo in pakiranje, merila sprejemljivosti za odlaganje in odlaganje RAO in IG.

II. Mednarodni standardi, načela in direktive

Zahteve za embalažo za transport radioaktivnih snovi so določene v dokumentu TS-R-1 (Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, TS-R-1, IAEA, 2005) in prevzete tudi v predpise ADR.

III. Priporočila in študije

Pri projektiranju bodo upoštevana naslednja priporočila:

- ACI-318 American Concrete Institute – Building code Requirements for Structural Concrete (pogoji in pravila za statične analize in dimenzioniranje armirano-betonskih konstrukcij).
- ACI-349 Code Requirements for Nuclear Safety Related Concrete Structures (pogoji in pravila za statične analize in dimenzioniranje armirano-betonskih konstrukcij za jedrske objekte).
- ASCE/SEI 43-05, Seismic Design for Structures, Systems and Components in Nuclear Facilities (zahteve za potresno odporno projektiranje objektov, sistemov in komponent v jedrskih objektih).

- AISC American Institute of Steel Construction (pogoji in pravila za statične analize in dimenzioniranje jeklenih konstrukcij).
- ANSI A58.1 American National Standards – Building Code Requirements for Minimum Loads in Buildings and Other Structures (določanje minimalnih obtežb, ki se morajo upoštevati pri statičnih analizah objektov v ZDA).
- AWS D1.1 American Welding Society – Structural Steel Welding Code (pogoji in pravila za računanje in izvedbo zvarov pri jeklenih konstrukcijah).
- US NRC, NUREG 1609, Standard Review Plan for Transportation Packages for Radiactive Material, NRC, marec 1999 (zahteve za projektiranje zabojnikov za transport radioaktivnih odpadkov; 2. poglavje dokumenta podrobno obravnava konstrukcijske zahteve za zabojnike).
- US NRC, NUREG/CR-3966: Methods for Impact Analysis of Shipping Containers, oktober 1987 (sprejemljive metode za analizo udarnih obtežb zabojnikov in kontejnerjev za transport).
- US NRC Regulatory Guide 7.6: Design Criteria for the Structural Analysis of Shipping Cask Containment Vessels, Rev. 1, marec 1978 (zahteve za računsko analizo kontejnerjev za transport).
- US NRC Regulatory Guide 7.8, Load Combinations for the Structural Analysis of Shipping Casks for Radiactive Material, Rev. 1, marec 1989 (formule za kombiniranje obtežb pri računski analizi kontejnerjev za transport).

IV. Zahteve na podlagi raziskav in analiz

Pri projektiranju odlagalnega zabojnika bodo upoštevana priporočila iz preliminarnih kriterijev sprejemljivosti (Preliminarna merila sprejemljivosti za prevzem NSRAO v odlaganje, Enconet International d.o.o., 2008), ki se nanašajo na odlagalni zabojnik. Gre za področji odpornosti proti koroziji (poglavje 4.2.4) in trdnosti odlagalnega zabojnika (poglavje 4.3.1).

V. Zahteve investitorja

Zahteve so razvidne iz projektne naloge za izdelavo _projektne dokumentacije za odlagališče NSRAO Vrbinja (NSRAO2-PNA-016-00).

11.3 Zahteve glede seizmičnih obremenitev

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

Priloga 5 Pravilnika JV5 [1] določa, da mora biti lokacija odlagališča na območju z nizko tektonsko in seizmično aktivnostjo, da izolativne sposobnosti odlagališča niso ogrožene. Poleg tega matična kamnina ne sme biti tako odvisna od vplivov prihodnjih geodinamičnih pojavov (podnebne spremembe, neotektonika, seizmičnost, vulkanizem, diapirizem), da bi ti nesprejemljivo oslabili izolativno sposobnost celotnega odlagališča.

V skladu s stopenskim pristopom in zahtevami priloge 4 (Projektne osnove za skladišče izrabljenega goriva ali visoko radioaktivnih odpadkov) iz JV5 je pri vrednotenju zunanjih naravnih dogodkov treba upoštevati tudi potrese.

II. Zahteve na podlagi raziskav in analiz

Za potrebe določanja seizmičnih obremenitev je bila v letu 2008 narejena študija "Priporočila za seizmične obremenitve pripovršinskega odlagališča NSRAO Vrbinja"[91]. V letu 2015 je bila izdelana dodatna študija "Izvedba seizmološke analize lokacije za objekt odlagališča NSRAO

Vrbina" [67], ki je implementirala rezultate zadnjih raziskav na lokaciji odlagališča. Na podlagi tega dokumenta in ob upoštevanju potrjenega in revidiranega seizmotektonskega modela tega območja, so za odlagališče NSRAO definirani naslednji največji pospeški tal (PGA):

Povratna doba (let)	PGA (g)
5.000	0,56
10.000	0,68
15.000	0,75

Ob upoštevanju priporočil za seizmične obremenitve, ki izhajajo iz "Seismic Design Requirements for LILW Repository in Slovenia" [70], se za odlagališče NSRAO privzamejo naslednje življenjske dobe objektov:

1. 300 let za silos po zaprtju
2. 50 let za silos med obratovanjem in za ostale objekte, pomembne za jedrsko varnost: tehnološki objekt, žerjavna proga, kontrolni bazen in cevovodi silos/kontrolni bazen.

Za silos po zaprtju se lahko privzame, da lahko pride do poškodb zaradi zunanjih začetnih dogodkov (potres, nepredvidena stanja...), ki jih je potrebno upoštevati in ovrednotiti njihov vpliv v varnostnih analizah.

Za določitev ostalih seizmičnih zahtev se smiselno uporabijo priporočila iz študije "Priporočila za seizmične obremenitve pripovršinskega odlagališča NSRAO Vrbina" [91].

11.4 Zahteve glede arhitekturnih rešitev, krajinske ureditve in človeške dejavnosti

I. 1. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

MKVIGRO [8] (14. člen): Projektiranje in gradnja objektov

Vsaka pogodbenica sprejme primerne ukrepe, s katerimi zagotovi, da:

- (1) projekt in gradnja objekta za ravnanje z radioaktivnimi odpadki zagotavljata ustrezne ukrepe za omejitev možnih radioloških vplivov na posameznike, družbo in okolje, vključno s posledicami nadzorovanih ali nenadzorovanih izpustov;
- (2) so v fazi projektiranja upoštevani konceptualni načrti, in če je treba, tehnični ukrepi za razgradnjo objekta za ravnanje z radioaktivnimi odpadki, ki ni odlagališče odpadkov;
- (3) so v fazi projektiranja pripravljeni tehnični ukrepi za zaprtje odlagališča;
- (4) so tehnologije, vključene v projekt in gradnjo objekta za ravnanje z radioaktivnimi odpadki, podprte z izkušnjami, preizkušanjem ali analizo.

Državni načrt zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči, verzija 3.0., št. 84300-4/2010/3, z dne 22.7.2010.

Pravilnik o fizičnem varovanju jedrskih objektov, jedrskih in radioaktivnih snovi ter prevozov jedrskih snovi [92] v 5. členu (ukrepi v kontroliranem območju zunaj objekta) določa:

- Kontrolirano območje jedrskega objekta II. in III. kategorije mora biti ograjeno z enojno ograjo in označeno z opozorilnimi tablam upravljavca ter napisoma »KONTROLIRANO OBMOČJE«, »GIBANJE OMEJENO«. Skladno z navedenim pravilnikom sodi odlagališče v III. kategorijo jedrskih objektov.

I.2. Druge predpisane zahteve

Pri projektiranju se upošteva relevantna veljavna zakonodaja in podzakonski akti, vse nadaljnje spremembe le-te(h), med drugim:

- Zakon o graditvi objektov (Uradni list RS, št. 102/04 – uradno prečiščeno besedilo, 14/05 – popr., 92/05 – ZJC-B, 93/05 – ZVMS, 111/05 – odl. US, 126/07, 108/09, 61/10 – ZRud-1, 20/11 – odl. US, 57/12, 101/13 – ZDavNepr, 110/13, 19/15, 61/17 – GZ in 66/17 – odl. US)
- Uredba o klasifikaciji vrst objektov in objektih državnega pomena (Uradni list RS, št. 109/11, 61/17-GZ)
- Uredba o razvrščanju objektov glede na zahtevnost gradnje (Uradni list RS, št. 18/13, 24/13, 26/13, 61/17-GZ, 61/17-ZUreP-2)
- Uredba o posegih v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje (Uradni list RS, št. 51/14, 57/15, 26/17)
- Pravilnik o projektni dokumentaciji (Uradni list RS, št. 55/08, 61/17-GZ))
- Pravilnik o gradbiščih (Uradni list RS, št. 55/08, 54/09-popr., 61/17-GZ)
- Pravilnik o dokazilu o zanesljivosti objekta (Uradni list RS, št. 55/08, 61/17-GZ)
- Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov (Uradni list RS, št. 101/05, 61/17-GZ)
- Odredba o seznamu standardov, ob uporabi katerih se domneva skladnost z zahtevami Pravilnika o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov (Uradni list RS, št. 8/11, 61/17-GZ)
- Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami /ZVNDN/ (Uradni list RS, št. 51/06 in 97/2010)
- Zakon o varstvu pred požarom /ZVPoz/ (Uradni list RS, št. 3/07 – uradno prečiščeno besedilo, 9/11, 83/12 in 61/17 – GZ)
- Pravilnik o požarni varnosti v stavbah (Uradni list RS, št. 31/04, 10/05, 83/05, 14/07, 12/13, 61/17-GZ)
- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št. 52/10, 61/17-GZ)
- Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje neoviranega dostopa, vstopa in uporabe objektov v javni rabi ter večstanovanjskih stavb (Uradni list RS, št. 97/03, 33/07–ZPNačrt, 77/09 – odl. US in 61/17 – GZ)
- Zakon o varstvu okolja /ZVO-1/; (Uradni list RS, št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO-1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt-A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16 in 61/17 – GZ) (gospodarska javna služba varstva okolja – ravnanje z radioaktivnimi odpadki in odlaganje, 148. člen)
- Zakon o varstvu kulturne dediščine /ZVKD-1/ (Uradni list RS, št. 16/08, 123/08, 90/12, 111/13, 32/16)
- Zakon o kmetijskih zemljiščih /ZKZ/ (Uradni list RS, št. 71/2011 - uradno prečiščeno besedilo, 58/12, 27/16, 27/17-ZKme-1D)
- Zakon o vodah /ZV-1/ (Uradni list RS, št. 67/02, 2/04 – ZZdrI-A, 41/04 – ZVO-1 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15)

Pri projektiranju prometne infrastrukture (omrežje poti, dostopov) se upoštevajo določila Pravilnika o projektiranju cest (Uradni list RS, 91/05, 26/06, 109/10 – ZCes-1):

- kolesarji in pešci, 9. člen;
- površine za kolesarje in pešce, 47.- 49. člen;

- oblikovanje obcestnega sveta, 70. in 71. člen.

Pri projektiranju osvetlitve se upoštevajo določila Uredbe o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (Uradni list RS, št. 81/07, 109/07, 62/10, 46/13), ki med drugim določa:

- osvetljevanje z okolju prijaznimi svetilkami, 4. člen, točka 1
- načrtovanje in gradnja razsvetljave, 18.-20. člen

Pri ravnanju s tlemi se upoštevajo določila Uredbe o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (Uradni list RS, št. 34/08, 61/11), ki določa:

- zahteve za kakovost zemeljskega izkopa in umetno pripravljene zemljine, 4. - 8. člen
- obvezna ravnanja pri vnosu zemeljskega izkopa ali umetno pripravljene zemljine, 9. in 10. člen

Pri ravnanju z odpadki se upošteva:

- Uredba o odpadkih (Uradni list RS št. 37/2015, 69/15)), (opomba: ne uporablja se za radioaktivne odpadke),
- Uredba o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih (Uradni list RS, št. 34/08)
- Odlok o ravnanju s komunalnimi odpadki v občini Krško (Uradni list RS, št. 33/07, 45/09, 47/10, 30/12, 11/15, 18/16)

Pri odvajanju odpadnih vod se upošteva:

- Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (Uradni list RS, št. 98/15, 76/17)
- Odlok o odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske odpadne vode na območju občine Krško (Uradni list RS št. 73/12, 84/13)
- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju padavinske vode z javnih cest (Uradni list RS, št. 47/05)
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 64/12, 64/14, 98/15 (določbe uredbe se ne uporabljajo za emisijo radioaktivnih snovi pri odvajanju odpadnih vod iz naprav))

V povezavi s hrupom se upošteva:

- Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Uradni list RS, št. 105/05, 34/08, 109/09, 62/10)
- Uredba o ocenjevanju in urejanju hrupa v okolju (Uradni list RS, št. 121/04)

II. Standardi, tehnične smernice, načela in direktive

Tehnična smernica za graditev TSG-1-001:2010 Požarna varnost v stavbah.

Pri krajinski ureditvi se upoštevajo naslednji standardi:

- SIST DIN 18915:2013 Uporaba rastlin pri urejanju zelenih površin - Zemeljska dela,
- SIST DIN 18916:2013 Uporaba rastlin pri urejanju zelenih površin - Sadike in sajenje,
- SIST DIN 18917:2013 Uporaba rastlin pri urejanju zelenih površin - Trate in sejanje,
- SIST DIN 18919:2013 Uporaba rastlin pri urejanju zelenih površin - Vzdrževanje zelenih površin v obdobju vraščanja,

- SIST DIN 18920:2013 Uporaba rastlin pri urejanju zelenih površin - Zaščita dreves, rastlinskih sestojev.

Pri ureditvi površin se upošteva SIST DIN 14090:2005 - Površine za gasilce na zemljišču (dostopne poti, postavitvene površine in delovne površine za gasilce)

- točka 2.1: Dohodi
- točka 2.2: Dovozi za gasilska vozila
- točka 2.3. Površine za postavitev gasilskih vozil

III. Prostorski akt, mnenja in projektni pogoji nosilcev urejanja prostora

Uredba o DPN za odlagališče NSRAO [5]. Upoštevajo naj se določila o oblikovanju objektov odlagališča (8. člen), določila o varstvu pred požarom (25. člen) in določila o varstvu pred naravnimi nesrečami (26. člen).

Odstopanja od določil Uredbe o DPN za odlagališče NSRAO je potrebno utemeljiti. V primeru odstopanj je potrebno upoštevati 38.člen Uredbe o DPN za odlagališče NSRAO, 1. in 2. odstavek.

Upošteva se zahteve iz Uredbe o DPN za odlagališče NSRAO, ki se nanašajo na namembnost posameznih delov odlagališča, lego in velikost objektov ter ureditev odlagališča, oblikovanje objektov odlagališča, krajinske in druge zunanje ureditve odlagališča, odvajanja industrijskih in padavinskih odpadnih vod, ceste, odlaganje komunalnih odpadkov, varstva pred naravnimi nesrečami, varstva tal in varstva voda.

Odstopanja od določil Uredbe o DPN za odlagališče NSRAO je potrebno utemeljiti. V primeru odstopanj je potrebno upoštevati 38.člen Uredbe o DPN za odlagališče NSRAO, 1. in 2. odstavek.

Projektni pogoji nosilcev urejanja prostora:

- 1.B.4 Ministrstvo za obrambo, Uprava RS za zaščito in reševanje, št. 350-53/2006-9 z dne 2.6.2009, mnenje.
- 1.B.13 MOP, ARSO, št. 35001-458/2009, z dne 17.11.2009, Mnenje in projektni pogoji s področja upravljanja z vodami.
- 1.B.35 Kostak, Komunalno stavbno podjetje, d.d. , št. 36863/09-KOM, z dne 27.5.2009, Mnenje k predlogu DPN za odlagališče NSRAO.
- 1.B.35 Občina Krško, št. 350-05-12/2004-O503 z dne 8.7.2009

IV. Priporočila

Odlagališče NSRAO je objekt, ki lahko vzbudi predsodke zaradi nepoznavanja načina ravnanja z radioaktivnimi odpadki, zato je pomembno, da se pri oblikovanju objektov, vključno z umestitvijo v prostor in krajinskim oblikovanjem doseže kvaliteto in pozitivno percepcijo.

Pri razporeditvi in oblikovanju objektov je potrebno upoštevati funkcionalnost, racionalnost in uravnoteženo kompozicijo objektov, poti in zelenih površin. Načrtovanje objektov in krajinske ureditve mora biti usklajeno z namenom doseganja celovite prostorske rešitve in integracije v prostor. Predvidi naj se zasaditev avtohtonih vegetacijskih vrst.

11.5 Zahteve glede tehnoloških sistemov

Izhodišča

- ZVISJV [3]
- Pravilnik JV5 [1]
- Praktične smernice URSJV PS 1.03 [2]

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

Zahteve glede tehnoloških sistemov predpisuje Pravilnik JV5 [1]:

- projekt jedrskega objekta mora glede varnosti vsebovati ustrezne procesne, varnostne in varovalne, zadrževalne in druge sisteme.
- predpisano varstvo pred sevanjem mora zagotoviti projekt jedrskega objekta:
- z ustrezno izbiro in razporeditvijo komponent in sistemov, ki vsebujejo radioaktivne snovi, ter s postavitvijo potrebnih ščitov;
- s primerno izbiro in razporeditvijo opreme, da bi se zmanjšalo število osebja, ki je izpostavljeno sevanju ali kontaminaciji, in čas njihove izpostavljenosti;
- sistemi za obdelavo in hrambo radioaktivnih snovi;
- z neprenosno in prenosno opremo za merjenje izpostavljenost delavcev sevanju in za merjenje emisij;
- z instrumentacijo in regulacijskimi sistemi, ki so potrebni za varno obratovanje;
- z napravo za ventilacijo in čiščenje zraka;
- z napravo za čiščenje procesnih in odpadnih tekočin.

II. Mednarodni standardi, načela in direktive

Pri projektiranju bodo upoštevani naslednji dokumenti:

- IAEA Safety Standards Series GS-G-3.3, Safety Guide - The Management System for the Processing, Handling and Storage of Radioactive Waste (2008)
- IAEA Safety Standards Series WS-G-2.5, Safety Guide - Predisposal Management of Low and Intermediate Level Radioactive Waste (2003)
- IAEA Safety Standards Series WS-G-6.1, Safety Guide - Storage of Radioactive Waste (2006)
- IAEA Safety Standards Series GSR Part 5, Safety Guide - Predisposal Management of Radioactive Waste (2009)

III. Priporočila in študije

Pri projektiranju bodo upoštevani naslednji dokumenti:

- Regulatory guide 1.143 Design guidance for radioactive waste management systems, structures, and components installed in light-water-cooled nuclear power plants, Rev. 2, NRC, 2001;
- ANSI/ANS-55.6-1993 Liquid radioactive waste processing system for light-water-cooled reactor plans;
- ANSI/ANS-55.1-1992 Solid radioactive waste processing system for light-water-cooled reactor plans;
- ANSI/ANS-55.4-1993 Gaseous radioactive waste processing system for light-water-cooled reactor plans;

- New York State, Department of Environmental Conservation-Rules and Regulations, Subpart 383-7.3 Requirements for design and Construction of Land Disposal Facilities;
- Regulatory guide 1.26 Quality Group Classifications and Standards for Water-, Steam- and Radioactive-Waste-Containing Components of Nuclear Power Plants (Rev. 4, 2007)
- KTA 3603 (06/91) Facilities for Treating Radioactively Contaminated Water in Nuclear Power Plants

IV. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji

- 1) Pri projektiranju je potrebno upoštevati 10.člen (tehnična zasnova odvodnjavanja industrijskih odpadnih vod), 15.člen (kanalizacija za odvodnjavanje komunalnih odpadnih vod), 16.člen (odvodnjavanje padavinskih odpadnih vod), 25.člen (varstvo pred požarom), 26.člen (varstvo pred naravnimi nesrečami), 27.člen (varstvo tal in podzemnih voda), 28.člen (varstvo zraka), 29.člen (varstvo voda), 30.člen (varstvo pred hrupom) Uredbe o DPN.
- 2) Projektni pogoji podani v 1.B.13 MOP, ARSO, št. 35001-458/2009, z dne 17.11.2009, Mnenje in projektni pogoji s področja upravljanja z vodami.

11.6 Zahteve glede strojnih inštalacij in opreme

I. Predpisane zahteve

Pri projektiranju bodo uporabljeni relevantni veljavni predpisi, med ostalim:

Vodovod, kanalizacija

- Pravilnik o pitni vodi (Uradni list RS, št. 19/04)
- Odlok o pogojih dobave in načinu oskrbe s pitno vodo na območju občine Krško (Uradni list RS, št. 66/96)
- Odlok o odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske odpadne vode v Občini Krško (Uradni list RS, št. 34/07)

Ogrevanje

- Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št. 42/2002)
- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št. 52/2010)
- TSG-1-004-2010 - Učinkovita raba energije

Prezračevanje

- Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/2002)

Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu in tehničnih ukrepih za dela na površini in pod zemljo, ki niso povezana z raziskovanjem in izkoriščanjem mineralnih surovin (Uradni list RS, št. 95/2003) - velja za podzemne objekte

Hrup

- Pravilnik o zvočni zaščiti stavb (Uradni list RS, št. 14/99)

- Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Uradni list RS, št. 105/05, 34/08)

Cevovodi in rezervoarji

- Pravilnik o tlačni opremi (Uradni list RS, št. 15/2002, 47/2002, 54/2003, 114/2003, 138/2006)
- Seznam standardov katerih uporaba ustvarja domnevo o skladnosti proizvoda s pravilnikom o tlačni opremi (Uradni list RS, št. 46/2003)

II. Mednarodni standardi, načela in direktive

V skladu s stopenjskim pristopom naj se smiselno upošteva dokument IAEA Safety Standards Series (SSS), No. SSR-2/1, Specific Safety Requirements - Safety of Nuclear Power Plants: Design, 2012, v zahtevi št. 22 določa, da morajo biti identificirani in klasificirani sistemi pomembni za jedrsko varnost, v zahtevi št. 30 zahteva določitev projektnih pogojev med normalnim obratovanjem in projektnimi nezgodami.

III. Priporočila in študije

1) Jedrski objekt mora vsebovati ustrezne procesne, varnostne in varovalne, zadrževalne in druge sisteme. Sistemi se naj projektirajo tako, da zagotavljajo:

- predpisano varstvo pred sevanjem v obratovalnih stanjih in v stanjih projektnih dogodkov;
- uporabo ergonomskih principov;
- predpisano kakovost sistemov in komponent;
- zanesljivost delovanja sistemov za izvršitev varnostnih funkcij in pomožnih sistemov (fizična ločenost, neodvisnost, rezerve, raznolikost, načelo enojne odpovedi);
- možnost njihovega vzdrževanja, preskušanja, pregledovanja in popravil;
- varstvo pred požari, eksplozijami in projektili;
- varstvo pri delu;
- postopek trajnega prenehanja obratovanja jedrskega objekta.

2) Varstvo pred sevanjem je potrebno zagotoviti:

- z ustrezno izbiro in razporeditvijo komponent in sistemov, ki vsebujejo radioaktivne snovi, ter s postavitvijo potrebnih ščitov;
- s primerno izbiro in razporeditvijo opreme, da bi se zmanjšalo število osebja, ki je izpostavljeno sevanju ali kontaminaciji, in čas njihove izpostavljenosti;
- s sistemi za obdelavo in hrambo radioaktivnih snovi;
- z neprenosno in prenosno opremo za merjenje izpostavljenost delavcev sevanju in za merjenje emisij;
- z instrumentacijo in regulacijskimi sistemi, ki so potrebni za varno obratovanje;
- z napravo za ventilacijo in čiščenje zraka;
- z napravo za čiščenje procesnih in odpadnih tekočin.

3) S Pravilnikom o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov (Uradni list RS, št. 101/05) so v slovensko zakonodajo vpeljeni evrokodi. Seznam evrokodov je objavljen v Seznamu standardov, ob uporabi katerih se domneva skladnost z zahtevami Pravilnika o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov (Uradni list RS, št. 120/07). Krovni

standard SIST EN 1990 v točki 1.1 določa, da so lahko za projektiranje posebnih gradbenih objektov, med katere uvršča tudi jedrske objekte poleg standardov od EN 1991 do EN 1999 potrebni dodatni predpisi. Za projektiranje silosov, rezervoarjev in cevovodov SIST EN 1990 določa uporabo standarda SIST ENV 1993-4-3. Standard SIST ENV 1993-4-3 v točki 1.1 določa da se za področja kot so npr. vodovod, kanalizacija in industrijski cevovodi, za katera že obstajajo specifični standardi ta standard ne uporablja.

- 4) Objekti, sistemi in komponente, ki niso pomembni za jedrsko in sevalno varnost bodo projektirani v skladu z veljavno zakonodajo in standardi ter v skladu z dobro inženirsko prakso tako, da se zagotovi njihova varna uporaba.
- 5) Pri projektiranju objektov, sistemov in komponent, ki so pomembne za jedrsko varnost naj se izhaja iz nemških priporočil (KTA) in v njih navedenih standardov, oziroma ustreznih slovenskih standardov. Pri projektiranju bodo uporabljena naslednja priporočila:
 - KTA 3601 - Ventilation Systems in Nuclear Power Plants
 - KTA 3603 - Facilities for Treating Radioactively Contaminated Water in Nuclear Power Plants
- 6) Smiselno v skladu s stopenjskim pristopom naj bodo upoštevana tudi ameriška priporočila (NRC Regulatory Guides) in v njih navedeni standardi:
 - Reg. Guide 1.140 - Design, Inspection and Testing Criteria for Air Filtration and Adsorption Units of Normal Atmosphere Cleanup Systems in Light-Water-Cooled Nuclear Power Plants
 - Reg. guide 1.143 Design Guidance for Radioactive Waste Management Systems, Structures, and Components Installed in Light-Water-Cooled Nuclear Power Plants
- 7) Pri projektiranju naj bodo upoštevani tudi naslednja priporočila in standardi
 - DVGW TRGI 1986/96: Tehnične smernice za plinovodov, hišnih plinskih priključkov in notranje plinske inštalacije
 - Regelwerk G3, maj 2002: Richtlinien für Gasheizungen mit Nennwärmeleistungen größer 70kW und ein Betriebsdruck bis 5 bar des Schweizerischen Vereins des – Gas (SVGW),
 - Regelwerk G1, maj 2005: Gasleitsätze für Gas Installationen, die Aufstellung von Gasapparaten, Hausanschlussleitungen mit einem Betriebsdruck bis 5 bar für Erdgas H und Flüssiggas - Luftgemische - STGW
 - DVGW 459: Hišni priključki iz PE do 4 bar
 - DVGW 469: Izvedba tlačnega preizkusa za cevovode in naprave za razvod plina,
 - DVGW 472: Plinovodi iz PE do 4 bar
 - DVGW 477: Izdelava cevi iz PE
 - VDI 2078/1996: Izračun toplotnih obremenitev
 - DIN 1986: Hišna kanalizacija
 - DIN 1988: Razvod hladne sanitarne vode
 - DIN 1988-2: Tlačni preizkus z vodo
 - DIN 4109: Potrebna zvočna izolacija prostorov
 - DIN 18380: Tlačni preizkus ogrevalnih instalacij
 - SIST EN 1610: Preizkus hišne kanalizacije
 - SIST EN 1886: Preizkus kanalov na tesnost
 - SIST EN 12831 in SIST EN 832: Izračun toplotnih izgub

IV. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji

1) Pri projektiranju je potrebno upoštevati določila Uredbe o DPN:

- 10.člen (tehnična zasnova odvodnjavanja industrijskih odpadnih vod),
- 13.člen (skupne določbe glede gospodarske javne infrastrukture,
- 14.člen (vodovodno omrežje),
- 15.člen (kanalizacija za odvodnjavanje komunalnih odpadnih vod),
- 16.člen (odvodnjavanje padavinskih odpadnih vod), 19.člen (ogrevanje).

2) Projektni pogoji podani v 1.B.34 ADRIAPLIN, LJUBLJANA.

3) Projektni pogoji podani v 1.B.35 KOSTAK, KOMUNALNO STAVBNO PODJETJE, KRŠKO

4) Projektni pogoji podani v 1.B.37 OBČINA KRŠKO, KRŠKO

5) Projektni pogoji podani v 1.B.13 MOP, ARSO, št. 35001-458/2009, z dne 17.11.2009, Mnenje in projektni pogoji s področja upravljanja z vodami.

11.7 Zahteve glede električnih inštalacij in opreme

I. Predpisane zahteve

Pri projektiranju bodo upoštevani naslednji predpisi:

- Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka (Uradni list RS, št. 29/92);
- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Uradni list RS, št. 41/09, 2/12);
- Uradni list Pravilnik o tehničnih normativih za nizkonapetostne električne inštalacije (Uradni list SFRJ, št. 53/88, Uradni list RS, št. 83/05 popr.);
- Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Uradni list RS, št. 28/09)
- Pravilnik o elektromagnetni združljivosti (Uradni list RS, št. 39/16);
- Pravilnik o tehničnih normativih za polaganje nadzemnih elektroenergetskih vodov in telekomunikacijskih kabljskih vodov (Uradni list SFRJ, št. 36/86);
- ZVISJV [3]
- Pravilnik JV5 [1]
- Praktične smernice URSJV PS 1.03 [2]

II. Mednarodni standardi, načela in direktive

Pri projektiranju bodo upoštevani naslednji dokumenti:

- ANSI C57.12.00 General Requirements for Distribution, Power, and Regulating Transformer and Shunt Reactors,
- ANSI C37.20 Switchgear Assemblies Including Metal Enclosed Bus,
- ANSI C37.11 Requirements for Power Circuit Breaker Control,
- IEEE 344 Seismic Qualification of Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Station
- NEMA SG5 Switchgear Assemblies,
- NEMA SG3 Low Voltage Power Circuit Breakers,
- NEMA 1E1 Definition for Lead Acid Batteries,
- NEMA MG1 Motors and Generators,

- IPCEA S-19-81 Rubber Insulated Wire,
- IPCEA S-68-516 Cables Rated 5000 Volts and Less and Having Ozone Resistant Ethylene-Propylene Rubber Integral Insulation,
- NEMA VE-1 Cable Tray System,
- NEMA PB1 Panel boards

III. Priporočila in študije

Pri projektiranju bodo upoštevana naslednja priporočila:

- JUS N.B2.741 Zaščita pred električnim udarom;
- JUS N.B2.743: Zaščita pred prevelikimi toki;
- SIST IEC 1024-1: Zaščita pred strelo;
- SIST EN 60947-5-3: Nizkonapetostne stikalne naprave – 5-3 del: Krmilne naprave in stikalni elementi – Zahteve za bližinske naprave z določenim ponašanjem ob okvarnih razmerah;
- SIST EN 50091-1-1:1999 – Neprekinitveni napajalni sistemi (UPS) – 1-1. del: Splošne in varnostne zahteve za UPS, ki se uporabljajo na območjih, dostopnih obratovalcu;
- SIST EN 50091-1-2:2001 - Neprekinitveni napajalni sistemi (UPS) – 1-2. del: Splošne in varnostne zahteve za UPS, ki se uporabljajo na območjih z omejenim dostopom;
- SIST EN 50178:1999 – Elektronska oprema za uporabo v elektroenergetskih instalacijah.

IV. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji

1) Glede na 13. člen Uredbe o DPN se objekti na območju državnega prostorskega načrta priključijo na obstoječe ali predvideno kanalizacijsko, vodovodno, elektroenergetsko in komunikacijsko omrežje. Priključitve teh vodov se izvedejo skladno s pogoji upravljavcev posameznih vodov. Potek vodov se v čim večji meri zagotovi po prometnih in intervencijskih površinah oziroma površinah v javni rabi. Zagotovi se usklajen potek gradnje infrastrukturnih vodov, naprav in objektov.

2) V skladu z 17.členom (elektroenergetsko omrežje) Uredbe o DPN je potrebno:

- Za potrebe odlagališča se zgradi nova transformatorska postaja in se s pripadajočim visokonapetostnim 20 kV kablovodom priključi na transformatorsko postajo Kostak Deponija, katere investitor je Elektro Celje.
- vzdolž rekonstruirane Vrbinske ceste od transformatorske postaje Kostak Deponija do črpališča kanalizacije odlagališča se izvede nizkonapetostni vod za napajanje črpališča.
- Na območju odlagališča se izvede nizkonapetostni razvod v kabelski izvedbi. Nizkonapetostni vodi se umestijo izven povoznih površin oziroma se na mestih, na katerih so predvidene povozne površine, izvedejo kabelska kanalizacija s kabelskim razvodom in jaški ustreznih dimenzij

3) V skladu z 31.členom (varstvo pred ionizirajočim in elektromagnetnim sevanjem) Uredbe o DPN je upoštevati:

- Podrobnejši ukrepi varstva izpostavljenih delavcev in referenčne skupine prebivalcev pred ionizirajočimi sevanji se opredelijo v poročilu o vplivih na okolje in

varnostnem poročilu, skladno s predpisi, ki urejajo varstvo pred ionizirajočimi sevanji, ter se upoštevajo pri izdelavi projektov za pridobitev gradbenega dovoljenja.

- Transformatorska postaja se ne sme nahajati v neposredni bližini prostorov, v katerih se dalj časa zadržujejo ljudje.
- Pri postavitvi transformatorske postaje in vodenju srednje napetostnih kabelskih tras se upoštevajo predpisi, ki urejajo elektromagnetno sevanje v naravnem in življenjskem okolju.

4) Projektni pogoji podani v 1.B.26 ELES, ELEKTRO-SLOVENIJA, LJUBLJANA

11.8 Zahteve glede računalniškega vodenja in nadzora

I. Predpisane zahteve

Pri projektiranju bodo upoštevani naslednji predpisi:

- Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka (Uradni list RS, št. 29/92);
- Pravilnik o tehničnih normativih za nizkonapetostne električne inštalacije (Uradni list RS, št. 53/88 in Uradni list RS, št. 83/05 popr.);
- Pravilnik o elektromagnetni združljivosti (Uradni list RS, št. 39/16)
- JV 5 [1](14. člen - računalniška varnost);

II. Priporočila in študije

Glede na poglavje 6.2.1.1. iz Praktičnih smernic URSJV PS 1.03 [2] naj projektant upošteva, da bo potrebno v nadaljnjih fazah priprave dokumentacije (varnostno poročilo) podrobno opisati informacije o instrumentaciji za prikaz parametrov, pomembnih za varnost ter o računalniškem informacijskem sistemu odlagališča. Poleg splošnih podatkov iz poglavja 6.1 iz smernic, bo treba podati še najmanj naslednje informacije:

- seznam vseh merjenih parametrov skupaj s fizičnimi lokacijami tipal. Opisati je treba območja na odlagališču, kjer veljajo posebne zahteve glede kvalifikacije opreme na vplive okolja. Taka območja morajo biti opredeljena za najneugodnejše delovne pogoje. Podano mora biti obdobje, v katerem je zahtevano zanesljivo delovanje tipal v tem območju;
- določitev parametrov, ki jih spremlja računalnik;
- značilnosti računalniške programske opreme (pogostost zajemanja podatkov, način preverjanja kakovosti parametrov ipd.), ki se uporablja za zbiranje podatkov, ugotavljanje trendov, alarmiranje in arhiviranje podatkov;
- opis prikazovalnikov, ki so na voljo operaterjem;
- če obdelavo in arhiviranje podatkov izvaja več računalnikov hkrati, je treba opisati tudi sistem sinhronizacije različnih računalniških sistemov.

Poleg prej omenjenih opisov bo potrebno zagotoviti še opise ostalih sistemov instrumentacije, ki so potrebni za varnost in regulacijskih sistemov, ki niso pomembni za varnost (PS 1.03, poglavji 6.2.1.2. in 6.2.1.3.).

III. Zahteve investitorja

Zaradi opustitve dejavnosti obdelave in priprave NSRAO na odlaganje v tehnološkem objektu je namesto skupne kontrolne sobe za vodenje in nadzor sistemov smiselno predvideti le lokalno upravljanje preko kontrolnih panelov ter skupno lokacijo za nadzor delovanja vseh sistemov na odlagališču, iz te lokacije pa bi bilo tudi možno upravljanje dvigala v odlagalnem silosu ter vizualni pregled in evidentiranje zabojnika pred odlaganjem, kot je to predvideno v IDZ [6].

11.9 Zahteve glede telekomunikacij

I. Predpisane zahteve

Pri projektiranju naj bodo upoštevani naslednji predpisi:

- Uredba o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti umetnim optičnim sevanjem (Uradni list RS, št. 34/10)
- Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka (Uradni list RS, št. 29/92);
- Zakon o elektronskih komunikacijah (Uradni list RS, št. 109/12 in 110/13)
- Pravilnik o tehničnih normativih za nizkonapetostne električne inštalacije (Uradni list RS, št. 53/88, Uradni list RS, št. 83/05 popr.); Pravilnik o tehničnih normativih za polaganje nadzemnih elektroenergetskih vodov in telekomunikacijskih kabljskih vodov (Uradni list RS, št. 36/86);
- Pravilnik o objektih in njihovi razčlenitvi v okviru javnih komunikacijskih omrežij in pripadajočih zmogljivosti (Uradni list RS, št. 100/05);
- Uredba o objektih, napravah in napeljavah, ki sestavljajo sekundarno telekomunikacijsko omrežje (Uradni list RS, št. 84/02)
- Pravilnik o elektromagnetni združljivosti (Uradni list RS, št. 39/16);

II. Mednarodni standardi, načela in direktive

- 1) Potrebno je upoštevati zahteve glede telekomunikacij iz IAEA-TECDOC-1256: Technical considerations in the design of near surface disposal facilities for radioactive waste, 2001.
- 2) Potrebno je upoštevati priporočila glede telekomunikacij iz IAEA-TECDOC-1347: Consideration of external events in the design of nuclear facilities other than nuclear power plants, with emphasis on earthquakes, 2003.
- 3) V skladu s stopenjskim pristopom naj se smiselno upošteva zahteve št. 21 in 37 iz dokumenta IAEA Safety Standards Series (SSS), No. SSR-2/1, Specific Safety Requirements - Safety of Nuclear Power Plants: Design, 2012.

III. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji

- 1) Glede na 13. člen Uredbe o DPN se objekti na območju državnega prostorskega načrta priključijo na obstoječe ali predvideno kanalizacijsko, vodovodno, elektroenergetsko, komunikacijsko in plinovodno omrežje. Priključitve teh vodov se izvedejo skladno s pogoji upravljavcev posameznih vodov. Potek vodov se v čim večji meri zagotovi po prometnih in intervencijskih površinah oziroma površinah v javni rabi. Zagotovi se usklajen potek gradnje infrastrukturnih vodov, naprav in objektov.

Po 18. členu se priključitev objektov odlagališča na komunikacijsko omrežje izvede na predvideno komunikacijsko omrežje pri vhodnem delu Zbirnega centra Spodnji Stari Grad.

2) V nadaljnjih fazah pri izdelavi projektne dokumentacije je potrebno upoštevati, da je na obravnavanem področju zgrajeno najsodobnejše optično telekomunikacijsko omrežje in temu je treba prilagoditi projektno dokumentacijo posameznih objektov. Ustrezno je treba izvesti tudi projektno dokumentacijo notranjih instalacij posameznih objektov. Priporočene rešitve za zunanje TK priključke ter notranje optične instalacije so podane v prilogi podanih smernic Telekom Slovenije d.d., Ljubljana; št. 23/10-SH-645-08 z dne 21.7.2008 in 23/10-SH-645-08 z dne 21.7.2008.

11.10 Zahteve glede razmestitve objektov, sistemov in naprav

Izhodišča

- ZVISJV [3]
- Pravilnik JV5 [1]
- Praktične smernice URSJV PS 1.03 [2]

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

Uredba o območjih omejene rabe prostora zaradi jedrskega objekta in o pogojih gradnje objektov na teh območjih - UV3 [93] v 3. členu določa območja omejene rabe prostora glede na vrsto jedrskega objekta.

Za odlagališče nizko- in srednje radioaktivnih odpadkov je določeno le širše območje nadzorovane rabe, ki je v 2. členu uredbe definirano kot zunanji del območja omejene rabe prostora, v katerem so omejitve rabe prostora milejše. Najmanjša velikost območja po UV3 je krog s centrom v središču jedrskega objekta in polmerom 500 m, vendar lahko URSJV določi v predhodnem soglasju o sevalni in jedrski varnosti v pogojih k okoljevarstvenem soglasju tudi manjše območje omejene rabe, če je iz poročila o vplivih na okolje razvidno, da se lahko na zmanjšanem območju omejene rabe prostora izvajajo ukrepi sevalne in jedrske varnosti neovirano.

Po zaprtju odlagališča pa je najmanjša velikost območje jedrskega objekta, povečano za 50 m široki pas okoli odlagališča.

II. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji

- 1) Pri projektiranju je potrebno upoštevati poglavje IV. (Pogoji glede namembnosti posegov v prostor, njihove lege, velikosti in oblikovanja) Uredbe o DPN.
- 2) Projektni pogoji podani v 1.B.5 MINISTRSTVO ZA OBRAMBO, INŠPEKTORAT RS ZA VARSTVO PRED NARAVNIMI IN DRUGIMI NESREČAMI, LJUBLJANA
- 3) Projektni pogoji podani v 1.B.34 ADRIAPLIN, LJUBLJANA.
- 4) Projektni pogoji podani v 1.B.35 KOSTAK, KOMUNALNO STAVBNO PODJETJE, KRŠKO
- 5) Projektni pogoji podani v 1.B.37 OBČINA KRŠKO, KRŠKO
- 6) Projektni pogoji podani v 1.B.18 MINISTRSTVO ZA PROMET, DIREKCIJA RS ZA CESTE, SEKTOR ZA UPRAVLJANJE CEST, OBMOČJE NOVO MESTO

- 7) Projektni pogoji podani v 1.B.13 MOP, ARSO, št. 35001-458/2009, z dne 17.11.2009, Mnenje in projektni pogoji s področja upravljanja z vodami.

III. Zahteve investitorja

- 1) Pri projektiranju tehnoloških in odlagalnih objektov je potrebno predvideti minimalni odmik 50 m od ograje odlagališče, pri čemer je potrebno upoštevati tudi morebitno razširitev tehnološkega objekta.
- 2) Vse objekte in naprave, ki so vezani na nemoteno delovanje tehnološkega objekta ter so pomembni za jedrsko in sevalno varnost, je potrebno umestiti v neposredno bližino glavnega tehnološkega objekta.

11.11 Zahteve glede varstva pred sevanji in omejitev doz

Varstvo pred ionizirajočimi sevanji ureja ZVISJV [3]. Eno od osnovnih načel varstva pred sevanji je načelo optimizacije, ki se uporablja še pred doznimi omejitvami, to so največje doze, ki se jih pri delu v področju sevanja ne sme preseči. Načelo optimizacije pomeni, da naj bo izpostavljenost tako nizka, kot je to mogoče doseči z razumnimi ukrepi ob upoštevanju gospodarskih in družbenih dejavnikov.

Za zagotavljanje, organizacijo in izvajanje ukrepov varstva pred sevanji mora upravljavec jedrskega objekta zagotavljati organizacijsko enoto varstva pred sevanji. Organiziranost, izobrazbo, usposabljanja ter odgovornosti so podane v Pravilniku o obveznostih izvajalca sevalne dejavnosti in imetnika vira ionizirajočih sevanj, SV8 (Uradni list RS št. 13/2004).

Zahteve glede doznih omejitev ureja Uredba o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih UV2 [16], ki določa največje doze, ki se jih pri delu v območju s povišanim sevanjem ne sme preseči. Zahteve so različne glede na to ali gre za delavce, ki delajo z viri ionizirajočih sevanja ali za prebivalce, ki so izpostavljeni sevanju iz objektov, v katerih so viri ionizirajočega sevanja. Prav tako je potrebno ločiti normalna obratovalna stanja in intervencije, ko so zahteve glede doznih omejitev v primeru reševanja človeških življenj in velike materialne škode drugačne, kot v primeru normalnega obratovanja.

Zahteve glede enotnih temeljnih varnostnih standardov za varstvo zdravja posameznikov, deležnih poklicne izpostavljenosti, izpostavljenosti prebivalstva in izpostavljenosti v zdravstvu, pred nevarnostmi ionizirajočega sevanja v državah EU določa Direktiva Sveta 2013/59/Euratom o določitvi temeljnih varnostnih standardov za varstvo pred nevarnostmi zaradi ionizirajočega sevanja [94].

11.11.1 Zasnova varstva pred sevanji

- 1.) Delodajalec mora zagotoviti pisna navodila za varno delo v radiološko nadzorovanem območju. S pisnimi navodili mora seznaniti delavce in druge osebe, ki so lahko izpostavljene sevanju v nadzorovanih območjih (6. člen SV8) [95].
- 2.) Delodajalec mora zagotoviti izdelavo Ocene varstva izpostavljenih delavcev pred sevanji, s katero predhodno oceni naravo in velikost sevalnega tveganja za izpostavljene delavce, praktikante in študente ter izdela načrt optimizacije varstva pred ionizirajočimi sevanji v vseh delovnih pogojih sevalne dejavnosti. Vsebina Ocene mora biti skladna s prilogo 1 Pravilnika o pogojih in metodologiji za ocenjevanje doz pri varstvu delavcev in prebivalstva pred ionizirajočimi sevanji SV5 [96].

11.11.2 Varstvo delavcev

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

1) Uredba o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih, UV2 [97])

- Delavci v odlagališču radioaktivnih odpadkov, ki bodo izvajali sprejem, obdelavo, odlaganje in nadzor nad radioaktivnimi odpadki ter delavci, ki bodo vključeni v organizacijsko enoto varstva pred sevanji, so delavci, ki so poklicno izpostavljeni sevanju. Glede na verjetnost prejete letne efektivne doze jih delimo v razred A in razred B sevanju poklicno izpostavljenih delavcev. Delavci razreda A so tisti delavci, kjer glede na delovne razmere letna izpostavljenost posameznika ionizirajočim sevanjem lahko preseže 3/10 vrednosti mejne letne efektivne doze in mejnih letnih ekvivalentnih doz. Za delavce kategorije B pa je le ob izrednih dogodkih zelo malo verjetno, da presežejo 3/10 letnih mejnih vrednosti (3. člen, točka 14. in 15.).
- Mejna letna efektivna doza za izpostavljene delavce je 20 mSv, ekvivalentna letna mejna doza za kožo, roke, podlahti, gležnje in stopala je 500 mSv ter za očne leče 150 mSv (6. člen).
- Efektivna doza za delavce, ki v normalnih razmerah opravijo izjemne načrtovane naloge, lahko presežejo mejno letno efektivno dozo za delavce, če to preseganje odobri upravni organ in če ta efektivna doza ni večja od 50 mSv v posameznem letu in 100 mSv v obdobju zadnjih petih let (7. člen).
- Pri izvajanju varstva pred sevanji se poleg mejnih doz upoštevajo tudi dozne ograde. Dozne ograde so avtorizirane ali operativne mejne doze ali vrednosti sevalnih veličin za posamezno delo pri izvajanju sevalne dejavnosti (11. člen).
- Kontaminacija zraka v nadzorovanih območjih ne sme preseči vrednosti, da bi bil vnos radionuklidov zaradi vdihavanja večji od mejnih vrednosti letnega vnosa za posamezne radionuklide, pri čemer je potrebno upoštevati, da skupna efektivna doza zaradi zunanjega in notranjega obsevanja ne sme preseči 20 mSv.
- Mejna vrednost odstranljive radioaktivne kontaminacije površin v nadzorovanem območju in na zunanji strani zaščitnih oblek je 4 Bq/cm² za sevalce alfa in 40 Bq/cm² za sevalce beta in gama. Če je na površinah v nadzorovanem območju, na opremi, v oblekah in v perilu le vezana kontaminacija, sta mejni vrednosti 0,4 Bq/cm² za sevalce alfa in 4 Bq/cm² za sevalce beta in gama (26. člen).
- Mejna vrednost radioaktivne kontaminacije površin človekovega bivalnega in delovnega okolja, ki ni del nadzorovanega območja, je enaka 0,04 Bq/cm² za sevalce alfa in 0,4 Bq/cm² za sevalce beta in gama (27. člen).

2) Pravilnik o obveznostih izvajalca sevalne dejavnosti in imetnika vira ionizirajočih sevanj, SV8 [98]

- Območja, kjer so delavci in druge osebe izpostavljene ionizirajočemu sevanju, delimo na radiološko nadzorovana in opazovana območja. V nadzorovanih in opazovanih območjih je potrebno preverjati ravni ionizirajočega sevanja. Meritve morajo zadoščati za oceno delovnih razmer, za oceno ravni sevanja (hitrosti doze), koncentracijo radionuklidov v zraku ter površinsko kontaminacijo (8. člen).
- Meje radiološko nadzorovanega območja se določijo v sodelovanju s pooblaščenim izvedencem varstva pred sevanji. Kjer je mogoče in smiselno se meje fizično, sicer pa na drugačen način, ločijo od ostalih območji (4. člen).

- Dostop v radiološko nadzorovana območja mora biti omejen z administrativnimi in fizičnimi ovirami (5. člen).
- Potrebno je zagotoviti merilno opremo ter prosto mesto za merjenje kontaminacije oseb, predmetov in snovi oziroma aktivnosti aktiviranih predmetov in snovi, ki se iznašajo iz radiološko nadzorovanega območja (5. člen).
- Dostop v radiološko opazovano območje ni omejen, v primerih, ko je to potrebno, pa je potrebno izdelati pisna navodila za varno delo v opazovanem območju (7. člen).
- Meje opazovanega območja se določijo v sodelovanju s pooblaščenim izvedencem varstva pred sevanji (7. člen).
- Delavci, ki so pri svojem delu izpostavljeni ionizirajočim sevanjem, morajo imeti izobrazbo določeno v 38. členu, znanje iz varstva pred ionizirajočim sevanji, ki ga pridobijo z usposabljanjem iz 39. člena SV8 [98] ter opravljen izpit iz varstva pred ionizirajočimi sevanji iz 40. člena pravilnika SV8 [98] (37. člen).

3) Pravilnik o uporabi virov sevanja in sevalni dejavnosti, JV/SV/2 [99]

- Območja, kjer je povečana raven sevanja, morajo biti na vidnem mestu označena z znaki, ki opozarjajo na nevarnost sevanja (10. člen).

II. Mednarodni standardi, načela in direktive

- 1) Pri projektiranju naj se upošteva zahteve varnostnih standardov za varstvo zdravja delavcev deležnih poklicne izpostavljenosti zaradi nevarnosti ionizirajočega sevanja, ki so podane v Direktivi 2013/59/EURATOM [94] o določitvi temeljnih varnostnih standardov za varstvo pred ionizirajočimi sevanji.
- 2) Pri projektiranju naj se upošteva zahteve za varstvo izpostavljenih delavcev podane v IAEA Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards GSR Part 3 (IAEA 2014).
- 3) Pri projektiranju naj se upošteva zahteve za varstvo izpostavljenih delavcev podane v IAEA Occupational Radiation Protection RS-G-1.1 (IAEA 1999).

III. Zahteve investitorja

Upošteva se naj predvidene dozne omejitve in obremenitve dokumentu Optimizacija ne odlagalnega dela odlagališča [31] predvsem v poglavju 2.1.9.

11.11.3 Varstvo prebivalcev

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

- 1) Uredba o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih, UV2 [97]) omejuje izpostavljenost zaradi izvajanja sevalne dejavnosti za posameznike iz prebivalstva (10. člen):
 - Mejna letna efektivna doza za posameznike iz prebivalstva zaradi izvajanja sevalne dejavnosti je 1 mSv.
 - Ne glede na velikost prejete efektivne doze je mejna ekvivalentna doza za očne leče 15 mSv/leto in za kožo 50 mSv/leto.

Dodatno lahko upravni organ določi dozne ograde – avtorizirane mejne doze za posamezna dela pri izvajanju sevalne dejavnosti. Vrednosti doznih ograd se določijo na podlagi podatkov o meritvah dejansko prejetih posameznih in skupinskih učinkovitih in ekvivalentnih doz delavcev in prebivalstva pri že izvajanih sevalnih dejavnostih ob virih sevanja z enakovrednimi delovnimi razmerami ter na podlagi primerjave ocen za posamezne in skupinske učinkovite in ekvivalentne doze, ki bi jih prejeli delavci in prebivalstvo po uvedbi dodatnih zaščitnih ukrepov. (11. člen).

2) V prilogi 4 pravilnika JV5 [1] so določene omejitve doz na način, da odlagališče po zaprtju ne sme obremeniti posameznega prebivalca z več kakor 0,3 mSv/leto pri scenariju normalnega razvoja odlagališča. Ob uveljavitvi scenarijev spremenjenega razvoja odlagališča je treba upoštevati ta merila za ukrepanje glede na obremenitev posameznega prebivalca:

- do 10 mSv/leto ukrepi za optimizacijo odlagališča niso potrebni;
- nad 10 mSv/leto so potrebni ukrepi za zmanjšanje verjetnosti scenarija spremenjenega razvoja in
- nad 100 mSv/leto so potrebni ukrepi za zmanjšanje posledic scenarija spremenjenega razvoja.

II. Mednarodni standardi, načela in direktive

- 1) ICRP predlaga kot dozno ogrado za prebivalce zaradi naravnih procesov učinkovito dozo 0,3 mSv na leto pri normalnem obratovanju odlagališča (ICRP 81).
- 2) Direktiva 2013/59/EURATOM [59] o določitvi temeljnih varnostnih standardov za varstvo pred ionizirajočimi sevanji.
- 3) IAEA Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards GSR Part 3 (IAEA 2014)
- 4) IAEA Occupational Radiation Protection RS-G-1.1 (IAEA 1999)

III. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji

- 1) Projektni pogoji in mnenja podani v 1.B.15 MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, UPRAVA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA JEDRSKO VARNOST, LJUBLJANA

11.11.4 Izredni dogodki

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

V primeru izrednih dogodkov so omejitve glede izpostavljenosti interventnih delavcev drugačne kot v primeru normalnih stanj. Interventna izpostavljenost je izpostavljenost posameznikov ionizirajočemu sevanju, ki prostovoljno izvajajo in nudijo hitro pomoč ogroženim posameznikom, preprečujejo izpostavljenost velikega števila ljudi ali ohranjajo pomembne objekte in predmete. Interventna izpostavljenost je lahko večja od mejnih doz za izpostavljene delavce. Dozne omejitve za delavce, ki izvajajo intervencijske ukrepe so določene v 39. členu Uredbe UV2 [97].

II. Mednarodni standardi, načela in direktive

- 1) IAEA Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards GSR Part 3 (IAEA 2014).

11.12 Zahteve glede varstva okolja in obratovalnega monitoringa

11.12.1 Varstvo okolja

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

Osnovna zahteva glede sevalne in jedrske varnosti glede varstva okolja je podana v ZVISJV, ki zahteva za pridobitev dovoljenja za poseg v prostor pridobitev okoljevarstvenega soglasja po zakonodaji, ki ureja varstvo okolja, to je po ZVO [9].

Tudi Uredba o posegih v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje[100] določa, da je odlagališče radioaktivnih odpadkov objekt, za katerega je presoja vplivov na okolje obvezna.

Dodatna zahteva v zvezi s postopkom presoje vplivov na okolje in izdaje okoljevarstvenega soglasja je izdaja predhodnega soglasja o jedrski in sevalni varnosti. Ta zahteva je podana v ZVISJV v 65b. členu. Predhodno soglasje o jedrski in sevalni varnosti vsebuje med drugim tudi pogoje, ki jih za sprejem okoljevarstvenega soglasja določa organ, pristojen za jedrsko in sevalno varnost. Prav tako organ, pristojen za jedrsko in sevalno varnost, predlaga organu, ki je pristojen za izdajo okoljevarstvenega soglasja, pogoje, obseg in vsebino poročila o vplivih na okolje v delih, ki se nanašajo na jedrsko in sevalno varnost.

Uredba o vsebini poročila o vplivih nameravanega posega na okolje in načinu njegove priprave (Uradni list RS, 36/2009) določa splošno vsebino poročila o vplivih na okolje, ki mora v primeru odlagališča NSRAO upoštevati tudi pogoje in smernice predhodnega soglasja o jedrski in sevalni varnosti, ki ga skladno z ZVISJV [3] izda URSJV.

ZVO-1 [9] v 59. členu zahteva, da se v okviru presoje vplivov na okolje za projekte, katerih vpliv lahko sega na območje druge države, izvede postopek čezmejne presoje vplivov na okolje. Sosednje države je treba najkasneje skupaj z javnim naznanilom o vlogi za pridobitev okoljevarstvenega soglasja, obvestiti o možnosti sodelovanja v postopku.

Podrobnejše zahteve glede varstva okolja, ki niso vezane na jedrsko in sevalno varnost, bodo podane v okoljevarstvenem soglasju. Skladno z ZVO-1 (61. člen) so pogoji iz okoljevarstvenega soglasja tudi projektni pogoji po predpisih o graditvi objektov.

Pri načrtovanju odlagališča NSRAO je treba zlasti:

- zagotoviti čim manjše nastajanje sekundarnih odpadkov pri izgradnji in obratovanju, tako radioaktivnih kot neradioaktivnih odpadkov,
- omogočiti ločevanje sekundarnih odpadkov skladno z zakonodajo,
- zagotoviti, da zaradi gradnje ne pride do večje degradacije kopenskih in vodnih ekosistemov v okolici posega.
- pri gradnji je treba upoštevati vse zahteve Uredbe o odpadkih (Uradni list RS 37/2015 in 69/2015), [101]
- preučiti je treba morebitne sinergijske učinke na podtalnico zaradi verige elektrarn na spodnji Savi (Uredba o državnem prostorskem načrtu za območje hidroelektrarne Brežice, Uradni list RS 50/12, Uredba o državnem prostorskem

načrtu za območje hidroelektrarne Mokrice, Uradni list RS 69/13, dokumentacija o hidroelektrarni Krško)

II. Mednarodni standardi, načela in direktive

- Direktiva Sveta z dne 27. junija 1985 o presoji vplivov nekaterih javnih in zasebnih projektov na okolje (85/337/EGS) (Ur.l.RS št. 175 z dne 5. 7. 1985, str. 40), spremenjena z Direktivo Sveta 97/11/EGS z dne 3. marca 1997 o spremembi Direktive 85/337/EGS o presoji vplivov nekaterih javnih in zasebnih projektov na okolje (Ur.l.RS št. 73 z dne 14. 3. 1997, str. 5).
- Direktiva 2011/92/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 13. decembra 2011 o presoji vplivov nekaterih javnih in zasebnih projektov na okolje (UL L št. 26 z dne 28. 1. 2012, str. 1) , spremenjena z Direktivo 2014/52/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 16. aprila 2014 o spremembi Direktive 2011/82/EU o presoji vplivov nekaterih javnih in zasebnih projektov na okolje (UL L št. 124 z dne 25. 4. 2014, str. 1).
- Direktiva 2003/4/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 28. januarja 2003 o javnem dostopu do informacij o okolju z razveljavitvijo Direktive Sveta 90/313/EGS (Ur.l.RS št. 41 z dne 14.2.2003, stran 26).
- Protokol o strateški presoji vplivov na okolje h konvenciji o presoji čezmejnih vplivov na okolje (Kijevski protokol).
- Konvencija o presoji čezmejnih vplivov na okolje (Espoo konvencija).
- Pogodba o ustanovitvi Evropske skupnosti za atomsko energijo (EURATOM) 37 člen: zahteva, da se obvesti Evropsko komisijo o načrtih za odlaganje RAO, predložiti je treba dokumentacijo, ki omogoča presojo, da načrtovani poseg ne bo povzročil kontaminacije vode, zraka in tal v drugi državi članici EU, rok odločanja je 6 mesecev.
- Priporočilo Komisije z dne 6. decembra 1999 o uporabi Člena 37 Euratom pogodbe (1999/829/Euratom)

III. Priporočila in študije

Poenostavljen priročnik za pomoč pri uporabi protokola o strateški presoji vplivov na okolje, Ekonomska komisija Združenih narodov za Evropo (UNECE), 2012. Smernice, ki jih priročnik podaja za vključevanje strateške presoje vplivov na okolje v pripravo načrtov in planov se lahko ustrezno uporabijo tudi za presojo vplivov na okolje na nivoju projekta.

IV. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji

- 1) Uredba o državnem prostorskem načrtu za odlagališče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov na lokaciji Vrbina v občini Krško (Uradni list RS, št. 114/09 in 50/12) – poglavje VII.
 - Varovanje kmetijskih zemljišč: V času gradnje, ko je treba gradbišče organizirati tako, da se minimalno posega v kmetijska zemljišča v bližini in se hkrati omogoči njihova izraba tudi v času gradnje. Gradnja ne sme ovirati običajnega dostopa do uporabljenih kmetijskih zemljišč.
 - Varstvo tal: poseg se organizira tako, da se prizadene čim manj površine, odstranjeno rodovitno prst se uporabi za rekultivacijo, za skladiščenje nevarnih

trdnih in tekočih snovi na območju posega se zagotovi prostor z lovilno skledo, zavarovan pred atmosferskimi vplivi, nastale gradbene odpadke je treba odložiti na za to določenih deponijah.

- Varstvo podzemnih in površinskih voda: začasna skladišča in pretakališča goriv, olj ipd na območju gradnje se zaščitijo pred možnostjo izliva v tla in vodotoke, v času obratovanja se zagotovi
- Varstvo zraka: pomembni so ukrepi za varovanje pred onesnaženjem zraka z delci/prahom pri gradnji in transportu
- Varstvo pred hrupom: zakonsko določene ravni hrupa (Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Uradni list RS, št. 105/05, 34/08, 109/09 in 62/10) ne smejo biti presežene; območje odlagališča NSRAO se uvršča v IV stopnjo varstva pred hrupom (okoljska infrastruktura), objekt se ne uvršča med objekte, ki bi zaradi hrupa med obratovanjem zahtevali pridobitev okoljevarstvenega dovoljenja.
- Varstvo pred ionizirajočim in elektromagnetnim sevanjem: Zahteve glede varstva pred ionizirajočim sevanjem so opredeljene v točki 11.12 tega dokumenta. Transformatorska postaja mora biti dovolj oddaljena od prostorov, kjer se zadržujejo ljudje.
- Varstvo biodiverzitete in avtohtonih populacij organizmov: za rekultivacijo se lahko uporabi le zemljina z lokacije, vnos z drugih lokacij ni dovoljen zaradi preprečevanja širjenja tujerodnih vrst.

2) Projektni pogoji podani v 1.B.35 KOSTAK, KOMUNALNO STAVBNO PODJETJE, KRŠKO.

3) Projektni pogoji podani v 1.B.37 OBČINA KRŠKO, KRŠKO.

4) Projektni pogoji podani in mnenja v 1.B.15 MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR, UPRAVA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA JEDRSKO VARNOST, LJUBLJANA.

11.12.2 Obratovalni Monitoring

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

Zavezanec za obratovalni monitoring je upravljavec jedrskega objekta [3]. Pred začetkom poskusnega obratovanja se predobratovalni monitoring izvaja eno leto. Z monitoringom se sledi parametre, vezane na možno kontaminacijo okolja z radionuklidi in emisijami ionizirajočega sevanja. Drugi okoljski parametri predvidoma niso kritični. Rezultati monitoringa so okoljski podatki in so skladno z ZVO javno dostopni. Program obratovalnega monitoringa je določen z varnostnim poročilom.

Poleg monitoringa radioloških parametrov je potrebno spremljanje meteoroloških parametrov [82] (temperatura zraka, smer, hitrost vetra, padavine), spremljanje stanja podtalnice in reke Save pod izpustom iz NEK (splošni fizikalno-kemijski parametri smiselno glede na Pravilnik o obratovalnem monitoringu stanja površinskih voda, Uradni list RS 91/13 in Pravilnik o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode, Uradni list RS, 49/06 in 114/09) - temperatura vode, pretok, prevodnost). Kot indikator vpliva odlagališča na površinske vode in podtalnico se vzame monitoring radionuklidov, določenih z varnostnim poročilom.

Morebitne dodatne zahteve za monitoring neradioloških parametrov okolja bodo podane v okoljevarstvenem soglasju.

Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti JV10 [82]: 26. in 27. člen določata, da predobratovalni monitoring določi URSJV v soglasju k dovoljenju za gradnjo objekta, program obratovalnega monitoringa pa se pripravi kot del varnostnega poročila. Minimalni obseg monitoringa je določen v Prilogi 7 Pravilnika JV10 [82].

II. Mednarodni standardi, načela in direktive

- 1) IAEA Safety Standards for protecting people and the environment: Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection, Safety Guide No. RS-G-1
- 2) IAEA Safety Standards for protecting people and the environment: Monitoring and Surveillance of Radioactive Waste Disposal Facilities, Specific Safety Guide No. SSG-31

III. Priporočila in študije

Brenčič M.: Monitoring vplivov odlagališč odpadkov na podzemne vode. *Geologija* 47/1, 63-76, 2004.

IV. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji

Uredba o DPN za odlagališče NSRAO [5] Poglavje X (33. do 37. člen): drugi pogoji in zahteve za izvajanje državnega prostorskega načrta.

Obseg okoljskega monitoringa je v grobem določen v Okoljskem poročilu, podrobneje ga definira Poročilo o vplivih na okolje. Pred začetkom del na lokaciji se izvede ničelne meritve radioaktivnosti, predobratovalni monitoring se začne eno leto pred poskusnim obratovanjem.

Monitoring podzemnih in površinskih voda: zagotoviti je treba vzorčevalna mesta za monitoring podzemnih voda v času gradnje in obratovanja, vzpostavi se dodatno vzorčevalno mesto na reki Savi, izvedba kontrolnih vrtin na območju odlagalnih enot. V tehnološkem objektu in v silosu mora biti zagotovljeno začasno zbiranje izcednih in odpadnih vod v zadrževalniku, ki omogoča radiološko in kemijsko kontrolo vode pred izpustom v okolje oz. kanalizacijo.

11.13 Zahteve glede požarnega varstva

Izhodišča

- Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (ZVISJV [6])
- Pravilnik o dejavnostih sevalne in jedrske varnosti (JV5 [1])
- Praktične smernice URSJV PS 1.03 [2]

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

1) Zakon o varstvu pred požarom (Uradni list RS, št. 3/07) [102] v 23. členu določa naslednje zahteve za graditev objektov:

- pri graditvi objektov morajo biti izpolnjene zahteve za varnost pred požarom, določene s predpisi o graditvi objektov,
- naprave, napeljave, postroji, izdelki, elementi ter sklopi konstrukcij objektov morajo biti zgrajeni oziroma izdelani tako in iz takih materialov, da je zagotovljena požarna varnost v skladu s predpisi iz prejšnjega odstavka,
- ob rekonstrukciji in vzdrževanju objektov se požarna varnost objektov ne sme zmanjšati in

- poti, namenjene intervencijskim vozilom, morajo biti označene skladno s predpisi.

V 24. členu zakon določa, da se morajo pri ravnanju s požarno nevarnimi snovmi, pri požarno nevarnih delih in opravilih ter pri požarno nevarnih napravah upoštevati ukrepi varstva pred požarom za:

- zmanjšanje možnosti nastanka požara,
- zagotovitev učinkovitega in varnega reševanje ljudi, živali in premoženja ob požaru in
- zmanjšanje škode ob požaru.

V 28. členu zakon določa, da je pri načrtovanju ukrepov varstva pred požarom treba upoštevati:

- vrsto in namembnost posega, objekta, naprave ali sredstva,
- požarno tveganje in ogroženost in
- požarno varnost, predpisano s tem zakonom in drugimi predpisi.

V 30. členu zakon določa, da se za zagotovitev požarne varnosti objektov v skladu s predpisi o graditvi objektov za določene vrste objektov izdela študija požarne varnosti, ki vsebuje preventivne in aktivne ukrepe varstva pred požarom, ki jih mora projektant upoštevati pri izdelavi projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja.

- 2) V skladu s Pravilnikom o požarni varnosti v stavbah (Uradni list RS, št. 31/04, 10/05, 83/05, 14/07) mora biti vsaka stavba razvrščena glede na požarno zahtevnost med požarno manj zahtevne, ali med požarno zahtevne stavbe.
- 3) Pravilnik o študiji požarne varnosti (Uradni list RS, št. 28/05, 66/06, 132/06) določa način izdelave študije požarne varnosti, za katere objekte se izdela in kdo jo lahko izdela. Objekti za katere je potrebno izdelati študijo požarne varnosti so navedeni v prilogi pravilnika.
- 4) Priporočeni načini oziroma rešitve za izpolnitev zahtev Pravilnika o požarni varnosti v stavbah za doseganje požarne varnosti v stavbah so podani v Tehnični smernici TSG-1-001:2010 Požarna varnost v stavbah in sicer za:
 - širjenje požara na sosedne objekte,
 - nosilnost konstrukcije ter širjenje požara in dima po stavbah,
 - evakuacijske poti in sisteme za javljanje ter alarmiranje in
 - naprave za gašenje in dostop gasilcev.
- 5) Zakon o gradbenih proizvodih (Uradni list RS, št. 52/00) v 4. členu določa, da je varnost pred požarom ena od bistvenih zahtev za gradbene objekte, ki morajo biti, če so predpisane s predpisi o graditvi gradbenih objektov, izpolnjene ves čas njihove ekonomsko sprejemljive življenjske dobe in ki jih je treba upoštevati pri določitvi zahtevanih lastnosti gradbenih proizvodov.
- 6) Pravilnik o bistvenih zahtevah za gradbene objekte, ki jih je potrebno upoštevati pri določitvi lastnosti gradbenih proizvodov (Uradni list RS, št. 9/01), določa da varnost pred požarom pomeni, da mora biti gradbeni objekt projektiran in grajen tako, da se ob izbruhu požara:
 - lahko predvideva, da se bo določen čas ohranila nosilna sposobnost konstrukcije;
 - omeji nastajanje in širjenje požara ter dima v objektu;
 - omeji širjenje požara na sosednje gradbene objekte;

- osebam v gradbenem objektu omogoči, da ga zapustijo ali, da se jih reši na druge načine in
 - upošteva varnost reševalnih ekip.
- 7) Zakon o gasilstvu (Uradni list RS, št. 113/2005) v 28. členu določa, da morajo gospodarske družbe, zavodi in druge organizacije ustanoviti gasilsko enoto, če imajo povečano nevarnost nastanka požara, eksplozije ali druge posebne nevarnosti po merilih, ki jih določi minister.
- 8) Pravilnik o proti eksplozijski zaščiti v 15. členu določa, da je potrebno celovito oceniti vsa tveganja, ki izhajajo iz eksplozivnih atmosfer, v 18. členu pa določa izdelavo elaborata eksplozijske ogroženosti.

II. Mednarodni standardi, načela in direktive

V skladu s stopenjskim pristopom naj se smiselno upošteva priporočila o požarnemu varstvu podana v dokumentu IAEA, SSR-2/1, Safety of Nuclear Power Plants: Design, 2012.

III. Priporočila in študije

Pri projektiranju bodo upoštevana tudi naslednja priporočila:

- NFPA 801 Recommended Fire Protection Practice for Facilities Handling Radioactive Materials, 2003 Edition, National Fire Protection Association, ZDA
- Regulatory Guide 1.143 Design Guidance for Radioactive Waste Management Systems, Structures, and Components Installed in Light-Water-Cooled Nuclear Power Plants, Nuclear Regulatory Commission, ZDA

IV. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji

- 1) Pri projektiranju je potrebno upoštevati zahteve 25.člena (varstvo pred požarom) Uredbe o DPN.
- 2) Projektni pogoji podani v 1.B.34 ADRIAPLIN, LJUBLJANA.
- 3) Projektni pogoji podani v 1.B.35 KOSTAK, KOMUNALNO STAVBNO PODJETJE, KRŠKO
- 4) Projektni pogoji podani v 1.B.37 OBČINA KRŠKO, KRŠKO
- 5) Projektni pogoji podani v 1.B.5 MINISTRSTVO ZA OBRAMBO, INŠPEKTORAT RS ZA VARSTVO PRED NARAVNIMI IN DRUGIMI NESREČAMI, LJUBLJANA
- 6) Projektni pogoji podani v 1.B.13 MOP, ARSO, št. 35001-458/2009, z dne 17.11.2009

11.14 Zahteve glede varstva pred poplavami in meteorološkimi vplivi

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

Pravilnik JV5 [1] v 8. členu določa, da morajo biti SSK, pomembni za varnost projektirani tako, da zdržijo vplive okolja oziroma so združljivi s temi vplivi in z naravnimi stanji na območju lokacije sevalnega ali jedrskega objekta v vseh stanjih objekta in med nesrečami.

V 8. členu so podane zahteve za pogoje lokacije jedrskega objekta:

- Pri projektiranju sevalnega ali jedrskega objekta je treba upoštevati lastnosti lokacije, vključno z vplivi na objekt, ki izvirajo iz vplivnega območja lokacije.

- Projekt mora upoštevati posebne obremenitve in pogoje okolja, ki so jim izpostavljeni SSK zaradi notranjih in zunanjih dogodkov, vključno z naravnimi dogodki, značilnimi za območje lokacije, pa tudi dogodki, ki so povezani s človeško dejavnostjo.
- Meteorološke značilnosti območja lokacije morajo biti dovolj znane, da so pri projektiranju ustrezno upoštevani vplivi ekstremnih vremenskih razmer.

V prilogi 5: Projektne osnove za odlagališče radioaktivnih odpadkov ali izrabljenega goriva so določeni posebni pogoji lokacije za površinske procese kakršni so poplavljanje lokacije odlagališča, zdrsi zemljišča ali erozija na lokaciji, ki se ne smejo dogajati s takšno pogostostjo ali intenziteto, da bi ogrozili zmožnost odlagališča za doseganje varnostnih zahtev.

Poleg pogojev lokacije iz priloge 5 mora odlagališče smiselno izpolnjevati tudi projektne osnove za skladišče radioaktivnih odpadkov ali izrabljenega goriva iz priloge 3 tega pravilnika z zahtevami za SSK za katere mora veljati, da so SSK pomembni za varnost projektirani tako, da zdržijo vplive naravnih pojavov, kakršni so potresi, tornadi, udari strel ali poplave, vključno s kombinacijo naštetega, in da preprečijo masivno zrušitev struktur objektov ali padce težkih predmetov zaradi te zrušitve na radioaktivne odpadke, na izrabljeno gorivo ali na SSK, pomembne za varnost.

Projektant naj smiselno uporabi in obravnava še pogoje lokacije iz priloge 1 pravilnika, ki veljajo za jedrske elektrarne, kjer je zahtevano da projektne osnove morajo upoštevati za elektrarno značilne notranje in najmanj naslednje zunanje predpostavljene začetne dogodke, ki morajo biti obravnavani v skladu s pogoji na lokaciji:

- ekstremne vetrove,
- ekstremne zunanje temperature,
- ekstremno deževje, ekstremne snežne padavine, poplave in poledenitve,

Po prilogi 6 pravilnika JV5[1] morajo biti nakloni pobočij nasipov in prekrivke projektirani tako, da bo zagotovljena dolgoročna geotehnična stabilnost.

II. Mednarodni standardi, načela in direktive

- 1) V skladu s stopenjskim pristopom naj se smiselno upošteva dokument IAEA Safety Standards Series (SSS), No. SSR-2/1, Specific Safety Requirements - Safety of Nuclear Power Plants: Design, 2012, ki v zahtevah v poglavju 5 o projektnih osnovah jedrskih elektrarn določa, da mora projektiranje upoštevati tveganja povezana z meteorološkimi in hidrološkimi dogodki in poplavami.
- 2) Pri projektiranju naj bodo upoštevane zahteve iz točke 15 o karakterizaciji lokacije v dokumenta IAEA Safety Standards Series (SSS), No. SSR-5, Specific Safety Requirements -Disposal of Radioactive Waste, 2011.
- 3) Pri projektiranju naj bodo upoštevane zahteve glede varstva pred poplavami in ekstremnimi meteorološkimi dogodki v površinskih odlagališčih iz dokumenta IAEA Safety Standards Series (SSS), No. SSG-29, Specific Safety Guide - Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste, 2014.

III. Priporočila in študije

- 1) US DOE Radioactive waste management manual, DOE M 435.1-1, 2011, v poglavju IV-6, in podpoglavju M o pogojih lokacije in objektov za odlaganje NSRAO določa, da je pri projektiranju potrebno upoštevati lego odlagališča na poplavnem območju.
- 2) Pri projektiranju odlagališča se naj upošteva postavljene robne pogoje in zahteve v ameriški zakonodaji v dokumentu 10 CFR 61 Licensing Requirements for Land Disposal of Radioactive Waste, US NRC v podpoglavju D, zahteve št. 61.50.

IV. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji

- 1) Uredba o DPN, v 7. členu določa da se nad vsakim odlagalnim silosom že pred začetkom gradnje postavi hala tlorisnih dimenzij največ 60 m × 41 m in višine največ 20 m. Po zaprtju silosa se hala odstrani.

V 26. členu uredbe so podrobneje določeni pogoji varstva pred poplavami za katere mora veljati:

- Z gradnjo objektov odlagališča se ne posega na območja poplav, ki so določena za reko Savo pri vrednosti pretoka s povratno dobo sto let (Q100).
- Objekti za odlaganje odpadkov ter objekti in ureditve za obdelavo in pripravo odpadkov na odlaganje se zgradijo na nasipu s predvideno koto 157,50 m n. m., ki bo varoval objekte pred največjo verjetnostno poplavo (PMF). Vrhnja kota silosa bo predvidoma na 158,50 m n. m.
- Upravno-servisni objekti se zgradijo na nasipu s predvideno koto 155,20 m n. m.
- Vhodni del odlagališča se uredi na nasipu s predvideno koto 153,75 m n. m.
- Regionalna cesta in rekonstruirana Vrbinska cesta se uredita s predvideno srednjo koto ceste na 153,25 m n. m.
- Med nadaljnjim projektiranjem pred pridobitvijo gradbenega dovoljenja se višinske kote nasipov in cest natančno določijo v skladu z izsledki nadaljnjih hidrološko-hidravličnih študij in višin poplavnih vod.
- Brežine nasipov se ustrezno utrdijo tako, da se zagotovita njihova stabilnost in varnost objektov.

- 2) Projektni pogoji 1.B.13 Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Agencija RS za okolje – Sektor za upravljanje z vodami, Ljubljana: v PGD projektni rešitvi mora biti jasno opredeljena stopnja poplavne varnosti kompleksa odlagališča s strokovnim povzetkom končnih hidravličnih analiz vplivnega območja, kot podlage za odločitev.

V. Zahteve na podlagi raziskav in analiz

V okviru terenskih raziskav na lokaciji odlagališča, ki so bile izvedene jeseni 2014 je bila opravljena hidravlična analize vplivnega območja odlagališča NSRAO, ki jo je v juliju 2015 pripravil FGG [58]. Rezultati kažejo, da bi bilo mogoče poplavno varnost odlagališča NSRAO pri ekstremnih visokih vodah reke Save (PMF in $Q=11130 \text{ m}^3/\text{s}$) zagotoviti tudi že pri koti platoja 152,8 m.n.v.

Upošteva naj se tudi rezultate študije, ki jo je za potrebe ocene vpliva zalednih vod pripravilo podjetje IBE [59].

11.15 Zahteve glede zagotavljanja varnosti in zdravja pri delu

Pri projektiranju bodo upoštevani predpisi, ki so že omenjeni v predhodnih poglavjih (pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka, pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb, ipd.).

Pri gradnji in obratovanju odlagališča NSRAO bodo upoštevane sledeče zahteve s področja varnosti in zdravja pri delu:

- Zakon o varnosti in zdravju pri delu ZVZD-1 [103] v 5. členu določa, da mora delodajalec zagotoviti varnost in zdravje delavcev pri delu. V ta namen mora izvajati ukrepe, potrebne za zagotovitev varnosti in zdravja delavcev ter drugih oseb, ki so navzoče v delovnem procesu, vključno s preprečevanjem, odpravljanjem in obvladovanjem nevarnosti pri delu, obveščanjem in usposabljanjem delavcev, z ustrezno organiziranostjo in potrebnimi materialnimi sredstvi.
- Poleg temeljnih načel varnosti in zdravja v zvezi z delom morajo biti upoštevani tudi vsi podzakonski izvedbeni predpisi, ki se nanašajo na posamezne vrste del.
- Dolžnost delodajalca je: zagotoviti delavcu brezhibno delovno opremo, ki ne ogroža varnosti in zdravja, zagotoviti ustrezen nadzor nad delovno opremo, katere uporaba je lahko nevarna ali škodljiva za delavce in omogočiti, da delovno opremo po namestitvi, pred prvim zagonom ali po premestitvi pregledati pristojno podjetje, ki izda potrdilo o pregledu in preizkusu. Delodajalec mora zagotoviti periodične preglede in preskuse delovne opreme v rokih, ki jih je določil proizvajalec. (Pravilnik o varnosti in zdravju pri uporabi delovne opreme, Uradni list RS, št. 89/1999).

Zakonodaja s področja nadzora delovne opreme:

- Zakon o varnosti in zdravju pri delu /ZVZD/ (Uradni list RS, št. 43/2011)
- Pravilnik o varnosti strojev (Uradni list RS, št. 75/2008)
- Pravilnik o varnosti in zdravju pri uporabi delovne opreme (Uradni list RS, št. 101/2004)
- Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih (Uradni list RS, št. 83/2005 (4. člen) zahteva izdelavo varnostnega načrta in Pravilnik o projektni dokumentaciji (Uradni list RS, št. 55/2008 (29. člen) določa, da je varnostni načrt obvezen del projektne dokumentacije v obliki elaborata. S tem načrtom se dejansko planira postopek gradnje objekta. Izdeluje se ga v skladu z določbami Uredbe o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih (Uradni list RS, št. 83/2005) in vsebuje določila o varstvenih ukrepih in normativih, ki se morajo upoštevati pri izvajanju del na gradbišču.
- Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih (Uradni list RS, št. 83/2005) med drugim določa, da mora naročnik ali nadzornik projekta, v primeru, da dela izvaja ali je predvideno, da bo dela na gradbišču izvajalo dva ali več izvajalcev, imenovati enega ali več koordinatorjev za varnost in zdravje pri delu.

I. Predpisane zahteve

- 1) Delodajalec naj zagotavlja varstvo izpostavljenih delavcev, praktikantov in študentov pred ionizirajočimi sevanji v skladu s poglavjem 3.4 Zakona o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti.

- 2) V skladu z zahtevami ZVISJV mora potekati ugotavljanje redne izpostavljenosti delavcev, merjenje sevanja na delovnem mestu, poročanje o izpostavljenosti organu, pristojnemu za varstvo pred sevanji, zagotavljanje delovanja posebne organizacijske enote za varstvo pred sevanji, neposredna odgovornost za varstvo delavcev zunanjega izvajalca in vodenje evidence zdravstvenega varstva izpostavljenih delavcev.
- 3) Pravilnik o dejavnih sevalnih in jedrskih varnostih v 53. členu zahteva, da mora investitor ali upravljavec sevalnega ali jedrskega objekta zagotoviti ustrezne prostore in delovno okolje, v katerem lahko osebe varno opravljajo svoje delo.
- 4) Mejne doze za izpostavljenost delavcev, praktikante, študente, nerojene otroke in posameznike iz prebivalstva ter mejne doze za izpostavljenost ionizirajočim sevanjem delavcev pri izvajanju intervencijskih ukrepov določa Uredba o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih (Uradni list RS, št. 49/2004).
- 5) Pravilnik o zagotavljanju usposobljenosti delavcev v sevalnih in jedrskih objektih (Uradni list RS, št. 32/2011) določa dela in naloge, ki sodijo v okvir upravljanja tehnološkega procesa sevalnega ali jedrskega objekta in nadzora nad procesi, povezanimi s sevalno in jedrsko varnostjo, pogoje glede strokovne usposobljenosti, delovnih izkušenj, psihofizičnih lastnosti in neodvisnosti od alkohola, mamil in drugih psihoaktivnih sredstev, način preverjanja teh pogojev, pogostost rednega preverjanja in sestavo komisije za preverjanje predpisanih pogojev.
- 6) Pravilnik o izvajanju zdravstvenega nadzora izpostavljenih delavcev (Uradni list RS, št. 2/2004) določa obseg in vsebino zdravstvenega nadzora izpostavljenih delavcev, glede na kategorijo njihove razvrstitve in območja virov sevanj, v katerem delo poteka, ter zdravstvene zahteve, ki jih morajo izpolnjevati izpostavljeni delavci, vodenje, vsebino in način hranjenja evidenc zdravstvenega nadzora izpostavljenih delavcev.

II. Mednarodni standardi, načela in direktive

- 1) Direktiva Sveta 89/391/EGS z dne 12. junija 1989 o uvajanju ukrepov za spodbujanje izboljšav varnosti in zdravja delavcev pri delu (UL L, št. 183 z dne 29. 6. 1989, stran 1).
- 2) Uredba (ES) št. 1137/2008 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 22. oktobra 2008 o prilagoditvi nekaterih aktov, za katere se uporablja postopek, določen v členu 251 Pogodbe, Sklepu Sveta 1999/468/ES, glede regulativnega postopka s pregledom – Prilagoditev regulativnemu postopku s pregledom – prvi del (UL L št. 311 z dne 21. 11. 2008, str. 1).
- 3) Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 2006/123/ES z dne 12. decembra 2006 o storitvah na notranjem trgu (UL L, št. 376 z dne 27. 12. 2006, stran 36).
- 4) SIST EN 292 - 1; Varnost strojev-osnovni pojmi, splošna načela načrtovanja, osnovna terminologija, metodologija.
- 5) SIST EN 292 - 2; Varnost strojev-osnovni pojmi, splošna načela načrtovanja, tehnična načela in specifikacija.

III. Priporočila in študije

- 1) Assessment of Occupational Exposure Due to Intakes of Radionuclides, Safety Guide, No. RS-G-1.2, IAEA, 1999
- 2) Occupational Radiation Protection Safety Guide, Series No. RS-G-1.1, IAEA, 1999.

11.16 Zahteve glede fizičnega varovanja objektov in omejevanje dostopa ter vnosa in iznosa snovi

I. Predpisane zahteve

- 1) Zakon o zasebnem varovanju /ZZasV-1/ [104] v 69. členu določa, da na predlog ministrstva, pristojnega za posamezno področje, vlada s sklepom določi gospodarske družbe, samostojne podjetnike posameznike, zavode, državne organe, javne agencije, organizacije ter druge pravne in fizične osebe (v nadaljnjem besedilu: zavezanci), ki morajo organizirati varovanje, po potrebi pa tudi konkretne varnostne ukrepe, če uporabljajo ali hranijo radioaktivne snovi, jedrsko gorivo, odpadke in druge ljudem in okolju nevarne snovi in naprave.
- 2) Uredba o obveznem organiziranju varovanja (Uradni list RS, št. 80/12) zavezancem, katerih varovanje je urejeno s posebnimi predpisi določa, da pripravijo dokumente varovanja v skladu s temi predpisi.
- 3) Fizično varovanje jedrskih objektov in radioaktivnih snovi ureja 6. poglavje ZVISJV in poseben predpis - Pravilnik o fizičnem varovanju jedrskih objektov, jedrskih in radioaktivnih snovi ter prevozov jedrskih snovi, ki določa razvrstitev objektov, v katerih so jedrske ali radioaktivne snovi, zahteve in pogoje fizičnega varovanja objektov, vsebino načrtov fizičnega varovanja in usposabljanje varnostnega osebja in oseb, ki imajo dostop do jedrskih ali radioaktivnih snovi.
- 4) Uprava RS za jedrsko varnost, kot pristojni organ za jedrsko varnost je v skladu z določbami 24. točke 3. člena ZVISJV določila odlagališče NSRAO kot jedrski objekt.
- 5) Popolnoma se zadosti zahtevam pravilnika o fizičnem varovanju jedrskih objektov, jedrskih in radioaktivnih snovi ter prevozov jedrskih snovi (Uradni list RS, št. 17/2013).
- 6) Ocena ogroženosti se prvič izdelava v fazi projektiranja jedrskega objekta ali pred namestitvijo radioaktivnih snovi v objekt (točka 6, 119. člena, ZVISJV). Ocenjena ogroženost se stopnja tajnosti določi v skladu s predpisi o tajnih podatkih (točka 7, 119. člena, ZVISJV).
- 7) Dokumentacija, pomembna za fizično varovanje jedrskih objektov III. kategorije in radioaktivnih snovi, se hrani v skladu z Zakonom o tajnih podatkih (Uradni list RS, št. 50/06 – uradno prečiščeno besedilo, 9/10 in 60/11).
- 8) Programi in način usposabljanja varnostnega osebja, ki izvaja fizično varovanje jedrskih objektov, jedrskih ali radioaktivnih snovi ter prevozov jedrskih snovi, je določeno v Odredbi o določitvi programa osnovnega strokovnega usposabljanja in programa obdobjnega strokovnega izpopolnjevanja varnostnega osebja (Uradni list RS, št. 12/2013).

Poleg zgoraj navedenih zakonskih podlag naj bodo pri projektiranju upoštevani še naslednji predpisi:

- Zakon o ratifikaciji Spremembe Konvencije o fizičnem varovanju jedrskega materiala /MSKFVJM/ (Uradni list RS, št. 62/2009);
- Konvencija o fizičnem varovanju jedrskega materiala (Uradni list SFRJ-MP, 9/85);
- Zakon o orožju (Uradni list RS, št. 23/05 – uradno prečiščeno besedilo in 85/09);
- Zakon o varstvu osebnih podatkov (Uradni list RS, št. 94/07 – uradno prečiščeno besedilo);
- Uredba o obveznem organiziranju varovanja (Uradni list RS, št. 80/12);

- Uredba o varovanju jedrskih snovi (Uradni list RS, št. 34/2008);
- Uredba o varovanju tajnih podatkov v komunikacijsko informacijskih sistemih (Uradni list RS, št. 48/2007);
- Pravilnik o zagotavljanju usposobljenosti delavcev v sevalnih in jedrskih objektih (Uradni list RS, št. 32/2011);

II. Mednarodni standardi, načela in direktive

Upoštevajo se sledeči IAEA standardi (Nuclear Security Series) oz. njihove najnovejše izdaje:

- Nuclear Security Recommendations on Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities, Nuclear Security Series, Recommendations, No.13: (INFCIRC/225/Revision 5), IAEA, 2011;
- Preventive and Protective Measures Against Insider Threats, Nuclear Security Series, Implementing Guides, No. 8: IAEA, 2008;
- Objective and Essential Elements of a States's Nuclear Security Regime, Nuclear Security Fundamentals, Nuclear Security Series No. 20 , IAEA, 2013;
- Identification of Vital Areas at Nuclear Facilities, Technical Guidance, Nuclear Security Series 16, IAEA, 2013;
- Computer Security at Nuclear Facilities, Technical Guidance, Nuclear Security Series 17, IAEA, 2011;
- Development, Use and Maintenance of the Design Basis Threat, Implementing Guide, Nuclear Security Series 10, IAEA, 2009

Zavezujoči standardi na področju zasebnega varovanja:

- SIST EN 50518: Nadzorni in sprejemni centri za alarme,
- SIST EN 50131: Alarmni sistemi - Sistemi za javljanje vloma in ropa,
- SIST EN 50132: Alarmni sistemi – Nadzorni sistemi CCTV za uporabo v aplikacijah varovanja,
- SIST EN 50133: Alarmni sistemi – Sistemi za nadzor dostopa za uporabo v aplikacijah varovanja,
- SIST EN 50134: Alarmni sistemi – Socialni alarmni sistemi,
- SIST EN 50136: Alarmni sistemi - Sistemi in oprema za prenos alarma,
- SIST EN 1522: Okna, vrata, polkna in rolete - odpornost proti izstrelkom iz strelnega orožja - zahteve in klasifikacija,
- SIST EN 1627: Vrata, okna, obešene fasade, mreže in polkna - Protivlomna odpornost - Zahteve in klasifikacija,
- SIST EN 1303: Stavbno okovje - Profilni cilindri za ključavnice – Zahteve in preskusne metode,
- SIST EN 1143: Blagajne in varnostne ključavnice,
- SIST EN 1300: Varnostne shranjevalne enote - Klasifikacija visoko varnostnih ključavnic po odpornosti proti nepooblaščenemu odpiranju.

III. Zahteve investitorja

1) Poleg zahtev, ki jih narekuje zakonodaja bodo pri projektiranju fizičnega in tehničnega varovanja upoštevane naslednje zahteve:

- kontrolirano območje obsega celotno lokacijo odlagališča, ki je omejeno z zunanjo ograjo,

- parkirišča za zaposlene in obiskovalce se morajo nahajati izven kontroliranega območja, lahko pa so v varovanem območju,
- zahteva se vgradnjo elementov protivlomnega sistema najmanj stopnje varnosti razreda 4,
- sistemi za prenos signalov morajo biti izdelani in vgrajeni tako, da odkrijejo nepooblaščne posege v sistem, imeti morajo lasten vir napajanja, zahteva se prenos signala protivlomnega sistema na INFRANET Policije.

Glede varovanja bo odlagališče med obratovanjem razdeljeno na več območij:

1. kontrolirano območje (v skladu s Pravilnikom o Fizičnem varovanju je to celotno območje odlagališča, znotraj zunanje ograje odlagališča, ki je hkrati tudi varovane območje). Znotraj tega območja se nahaja:
 - a) radiološko nadzorovano območje, ki je varovano z dodatno ograjo. V to področje je vključen tehnološki objekt in hala s silosom
 - b) upravno območje znotraj upravno-servisnega objekta
 2. neograjeno vstopno področje odlagališča (izven kontrolnega območja) s parkiriščem, nad katerim se bo vršil video nadzor.
- 2) Na lokaciji odlagališča mora biti vzpostavljeno upravno območje, ki mora zagotavljati obdelavo tajnih podatkov, evidentiranje in hranjenje tajnih dokumentov, v skladu z določbami Zakona o tajnih podatkih (Uradni list RS, št. 50/06 – uradno prečiščeno besedilo), Uredbe o varovanju tajnih podatkov (Uradni list RS, št. 74/05) in Sklepa o določitvi pogojev za varnostno tehnično opremo, ki se sme vgrajevati v varnostna območja (Uradni list RS, št. 94/2006). Pri določitvi stopnje varnostnega območja, velikosti in opreme je potrebno upoštevati, da bo varnostno območje namenjeno za hranjenje, evidentiranje in obdelovanje tajnih podatkov stopnje varnosti »INTERNO« (načrt fizičnega varovanja, ocena ogroženosti ...),

11.17 Zahteve glede zagotavljanja neoviranega dostopa

I. Predpisane zahteve

Pri projektiranju prometne infrastrukture (omrežje poti, dostopov) se upoštevajo določila Pravilnika o zahtevah za zagotavljanje neoviranega dostopa, vstopa in uporabe objektov v javni rabi ter večstanovanjskih stavb (Uradni list RS, št. 97/03 in 77/09 Odl.US: U-I-138/08-9), ki določa:

- temeljne zahteve pri prostorskem načrtovanju in projektiranju, 8. člen
- zahteve v zvezi z dostopi, 9. člen
- zahteve v zvezi z orientacijami in prehodi, 11. člen

II. Standardi, načela in direktive

SIST ISO 21542, 2012 Gradnja stavb - Dostopnost in uporabnost grajenega okolja

III. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji nosilcev urejanja prostora

Uredba o DPN, 8.člen Uredbe o DPN (oblikovanje objektov odlagališča):

- Objekti, ki bodo v javni rabi, dostopi do njih in parkirne površine se načrtujejo brez grajenih in komunikacijskih ovir, tako da bo mogoč dostop funkcionalno oviranim osebam.

11.18 Zahteve glede na varnostne analize in glede pripravljenosti na izredne dogodke

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

Kot osnovne projektne pogoje za izdelavo projektne dokumentacije za pridobitev gradbenega dovoljenja je potrebno upoštevati Pravilnik JV5 [1], kot to zahtevala URSJV v Mnenju k predlogu DPN [105].

Ustrezno se upošteva tudi ostale zahteve iz ZVISJV in podzakonskih aktov.

II. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji nosilcev urejanja prostora

Uredba o DPN, 13.člen, 6 točka: Znotraj meje območja državnega prostorskega načrta so dopustni gradnja, rekonstrukcija ter vzdrževanje infrastrukturnih omrežij in priključkov lokalnega pomena v skladu z načrti občine in upravljavcev vodov, če niso v nasprotju z določili te uredbe in predpisom, ki ureja območja omejene rabe prostora zaradi jedrskega objekta in pogoje gradnje objektov na teh območjih.

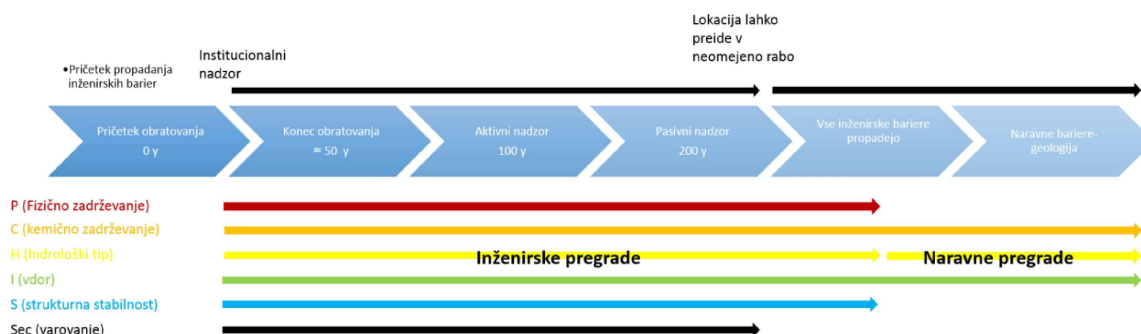
33. člen (pogoji za umeščanje enostavnih in nezahtevnih objektov): Na območju državnega prostorskega načrta je v skladu s predpisom, ki ureja območja omejene rabe prostora zaradi jedrskega objekta in pogoje gradnje objektov na teh območjih, dopustna postavitev enostavnih in nezahtevnih objektov v skladu s predpisom, ki ureja vrste objektov glede na zahtevnost ter pogoje gradnje enostavnih in nezahtevnih objektov.

Mnenje in Projektni pogoji s področja upravljanja z vodami [106] V 2. členu zahteva: Sestavni del dokumentacije za pridobitev vodnega soglasja mora biti Potrditev ustreznosti projektnih rešitev s stališča jedrske varnosti vključno s stališča vpliva na podzemen vode, izdana s strani pooblaščne institucije na podlagi Varnostne analize in Varnostnega poročila. PGD projektna dokumentacija za predmetno gradnjo mora vsebovati strokovni povzetek Varnostne analize in varnostnega poročila, projektne rešitve pa projektno obdelati vse predvidene zaščitne ukrepe.

III. Zahteve na podlagi raziskav in analiz

Scenariji, ki bodo v okviru varnostnih preračunov in analiz vključeni v »Safety case« za odlagališče NSRAO, so navedeni v poglavju 8 tega dokumenta.

Časovnica odlagališča, upoštevana v okviru priprave varnostnih analiz v povezavi z varnostnimi funkcijami, je predstavljena na spodnji sliki.



Slika 11-1: Časovnica odlagališča NSRAO.

11.19 Zahteve glede dokumentiranja

1.1. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

- sistem vodenja:

Upravlavec sevalnega ali jedrskega objekta mora sistem vodenja opisati v dokumentih sistema vodenja. (ZVISJV, 63.člen)

Dokumentacija, potrebna za izvajanje procesov, namenjenih doseganju ciljev, zagotovitvi sredstev za izpolnjevanje vseh zahtev, dobavi produktov jedrskega objekta, mora biti nadzorovana. Spremembe dokumentov morajo biti pregledane, shranjene in potrjene na enak način kakor prvotni dokumenti. Zagotoviti je treba, da se uporabljajo pravi revidirani dokumenti. (JV5 [1], 66. člen, sistem vodenja, točka 3 in 4)

Sistem vodenja mora predvideti zapise o dejavnostih in zagotoviti, da so ti nadzorovani. Vsi zapisi morajo biti med svojo veljavnostjo čitljivi, celoviti, prepoznavni in zlahka dosegljivi.

Investitor ali upravlavec sevalnega ali jedrskega objekta mora zagotoviti, da se upravljanje objekta izvaja po dokumentiranem sistemu vodenja vseh dejavnosti, ki lahko vplivajo na sevalno ali jedrsko varnost, vključno z ustreznimi dejavnostmi dobaviteljev in podizvajalcev. (JV 5 [1], 52. člen, vodenje varnosti in kakovosti, točka 6)

- organizacijska sestava:

Dokumentirana mora biti organizacijska sestava za obratovanje, ki omogoča primeren odziv na izredni dogodek.

- osebje sevalnega in jedrskega objekta:

Dokumentirano je potrebno preverjati ustreznost števila zaposlenih (desetletni načrt zaposlovanja, ki ga je obnavljati na vsake tri leta) (JV 5 [1], 53 in 54 člen)

- oddajanje in prevzemanje:

Imetnik radioaktivnih odpadkov in izvajalec javne službe morata ob prevzemu dokumentirati prevzem lastništva radioaktivnih odpadkov (JV 7 [10], 14. člen)

- program spremljanja obratovalnih izkušenj:

Upravljavec mora zagotoviti dokumentiranje in shranjevanje obratovalnih izkušenj, izhajajočih iz normalnega in nenormalnega obratovanja, korektivnih ukrepov, povratnih informacij o korektivnih ukrepih in drugih informacij, povezanih s sevalno ali jedrsko varnostjo, upoštevajoč dostopnost, možnost sistematičnega iskanja, preglednost in razumljivost prikaza za osebe, ki izvajajo program spremljanja obratovalnih izkušenj (JV9 [90], 7.člen, 3.točka)

- programi vzdrževanja, preizkušanja in pregleda SSK:

Upravljavec sevalnega ali jedrskega objekta mora zagotoviti dokumentiranje in shranjevanje povratnih informacij o vzdrževanju, rezultatih preizkušanj in pregledov SSK ter drugih informacij, povezanih s sevalno ali jedrsko varnostjo. (JV 9 [90], 18.člen, 5.točka)

- testiranje tehničnih sistemov varovanja in sistemov zvez:

Upravljavec sevalnega ali jedrskega objekta in prevoznik ali organizator prevoza jedrskih snovi morata zagotavljati testiranje delovanja tehničnih sistemov varovanja in sistemov zvez ter povezav z zunanjimi službami v skladu z navodili proizvajalcev in njihovimi internimi akti, ki urejajo postopke preverjanja kakovosti, sisteme vodenja in upravljanja. Vsa testiranja sistemov tehničnega varovanja morajo biti ustrezno dokumentirana. (Pravilnik o fizičnem varovanju jedrskih objektov, jedrskih in radioaktivnih snovi ter prevozov jedrskih snovi [92] 13. člen, 1 in 2. točka)

- poročilo nadzornih meritev v nadzorovanih in opazovanih območjih:

Ravni ionizirajočega sevanja, kontaminacijo delovnega okolja in delovne pogoje v nadzorovanih in opazovanih območjih preveri pooblaščen izvedenec varstva pred ionizirajočimi sevanji v rednih časovnih razmikih in sicer najmanj enkrat na 6 mesecev v jedrskih, sevalnih in manj pomembnih sevalnih objektih.

Pooblaščen izvedenec varstva pred sevanji o preverjanju izdela poročilo. Kjer je to potrebno, se rezultati lahko uporabijo za oceno individualne doze delavca (10.člen SV 8 [98]).

- Zahteve vodenja evidenc, zapisov, podatkov:

Upravljavec jedrskega objekta mora voditi naslednje evidence, zapise, dnevnike in podatke:

- podatki o odloženih radioaktivnih odpadkih (22.člen JV 7 [10])
- evidenca radioaktivnih odpadkov, skladno s programom ravnanja z radioaktivnimi odpadki, glede:
 - shranjevanja,
 - skladiščenja ali izpuščanja (evidenca izpuščanja radioaktivnih odpadkov),
 - opustitvi nadzora in
 - oddaji izvajalcu javne službe.

Evidence morajo za vsak paket vsebovati podatke o preteklem ravnanju in podatke, ki so pomembni za izpolnjevanje meril sprejemljivosti za prevzem v skladiščenje ali odlaganje ter za nadaljnje postopke ravnanja z radioaktivnimi odpadki (22.člen JV 7 [10]).

- evidenca vstopa in gibanja v objektu, za osebe, ki niso varnostno preverjene v skladu s 120. členom ZVISJV [3],
- podatki o osebnih dozah izpostavljenega delavca (33.člen ZVISJV [3])
- zapisi o rezultatih radioaktivnosti okolja (23.člen JV 10 [82])

- dnevnik preverjanj merilne opreme ter hramba dokumentacije o merilni opremi (popravila in umerjanje) (9. člen SV 8 [98])

Sprejeti je potrebno primerne ukrepe, s katerimi se zagotovi, da se po zaprtju odlagališča ohrani dokumentacija o lokaciji, projektu in inventarju tega objekta, ki jih zahteva upravni organ (MKVIGRO [8] 17.člen, Institucionalni ukrepi po zaprtju).

I.2. Druge predpisane zahteve

Delodajalec hrani dokumentacijo in vodi predpisane evidence o:

- obdobjih preiskavah škodljivosti v delovnem okolju,
- obdobjih pregledih in preizkusih delovne opreme,
- pregledih in preizkusih osebne varovalne opreme,
- opravljenem usposabljanju za varno delo in preizkuse usposobljenosti,
- zdravstvenih pregledih delavcev,
- nezgodah pri delu, kolektivnih nezgodah, nevarnih pojavih, ugotovljenih poklicnih boleznih in boleznih, povezanih z delom ter njihovih vzrokih,
- nevarnih snoveh, ki se uporabljajo, če tako določajo posebni predpisi.

Zakon o varnosti in zdravju pri delu [107].

Določila za prostore in opremo za hrambo dokumentarnega gradiva so podana v UVDAG, 42.člen [108].

II. Standardi, načela in direktive

- 1) IAEA Safety Standards for protecting people and the environment, The Management System for Facilities and Activities, Safety Requirements, No. GS-R-3, kjer je v poglavju 5, točke 5.12.-5.22 opredeljeno obvladovanje dokumentov, nadzor izdelkov, evidenc in zapisov.
- 2) V dokumentu IAEA Safety Standards for protecting people and the environment, The Management System for the Disposal of Radioactive Waste, Safety Guide, No. GS-G-3.4 naj se upošteva priporočila o nadzoru delovnih procesov (poglavje 2), hrambi zapisov in informacij, ki so pomembne za varnost (poglavji 3 in 5) ter dokumentiranju in hrambi informacij in kontroli, ter odločitvah pri razvoju in delovanju odlagališča
- 3) V IAEA dokumentu Application of the Management System for Facilities and Activities Safety Guide Series No. GS-G-3.1, 5.46-5.48 naj se upošteva priporočila o dostopu do evidenc ter njihovo ohranjanje in zaščito.

11.20 Zahteve glede prevoza odpadkov

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

- 1) Transport NSRAO bo potekal v skladu z Zakonom o prevozu nevarnega blaga, oziroma v skladu z določili evropskega sporazuma o mednarodnem cestnem prometu nevarnega blaga (ADR). Za področje transporta radioaktivnih snovi ta sporazum vključuje določila dokumentov IAEA za področje transporta radioaktivnih snovi.
- 2) Zahteve za transport bodo smiselno upoštevane tudi pri načrtovanju internega transporta, to je pri premeščanju radioaktivnih snovi znotraj območja odlagališča NSRAO.

3) Pri načrtovanju transporta bodo uporabljeni naslednji predpisi:

- Zakon o prevozu nevarnega blaga, Uradni list RS, št. 33/06
- Sklep o objavi prilog A in B k Evropskemu sporazumu o mednarodnem cestnem prevozu nevarnega blaga (ADR), (Uradni list RS, št. 9/03, 66/03, 9/05, 9/07, 125/08, 97/10, 14/13, 10/2015, 9/17)

4) Po prilogi pravilnika JV5[1] mora biti lokacija odlagališča dostopna s prometnimi potmi, ki dovoljujejo prevoz radioaktivnih odpadkov ali izrabljenega goriva z najmanjšim možnim tveganjem za posamezne prebivalce in omogočajo, da so izpostavljenost sevanju in okoljski vplivi med prevozom odpadkov do te lokacije v dovoljenih mejah.

II. Mednarodni standardi, načela in direktive

Zahteve za transport radioaktivnih so navedene v dokumentu IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material. Navedene zahteve so vključene tudi v predpise ADR in s tem tudi prevzete v slovensko zakonodajo [109].

III. Priporočila in študije

Poleg veljavne zakonodaje bodo uporabljena še naslednja priporočila:

- Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 2012 Edition, zbirka IAEA Safety Standards Series No. SSR-6, IAEA, 2012
- Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material (2012 Edition), SSG-26, IAEA, 2014
- Planning and Preparing for Emergency Response to Transport Accidents Involving Radioactive Material, zbirka IAEA Safety Standards Series No. TS-G-1.2 (ST-3), IAEA, 2002

IV. Prostorski akti, mnenja in projektni pogoji

1) Projektni pogoji podani v 1.B.34 ADRIAPLIN, LJUBLJANA.

3) Projektni pogoji podani v 1.B.35 KOSTAK, KOMUNALNO STAVBNO PODJETJE, KRŠKO

4) Projektni pogoji podani v 1.B.37 OBČINA KRŠKO, KRŠKO

5) Projektni pogoji podani v 1.B.13 MOP, ARSO, št. 35001-458/2009, z dne 17.11.2009

6) Projektni pogoji podani v 1.B.18 Ministrstvo za promet, Direkcija RS za ceste, Sektor za upravljanje cest, območje Novo mesto

V. Zahteve investitorja

Pri projektiranju je potrebno upoštevati 20.člen (ceste) Uredbe o DPN[5].

11.21 Druge zahteve

ZAHTEVE GLEDE DVIGAL

I. Predpisane zahteve sevalne in jedrske varnosti

Pri projektiranju bodo uporabljeni naslednji predpisi:

- Pravilnik o splošnih ukrepih in normativih za varstvo pri delu z dvigali, Uradni list SFRJ 30/69
- Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih, Uradni list RS, št. 83/05

II. Priporočila in študije

1) Pri projektiranju naj bodo v skladu s stopenjskim pristopom smiselno uporabljeni naslednji standardi in priporočila:

- KTA 3902, Design of Lifting Equipment in Nuclear Power Plants;
- KTA 3902, Inspection, Testing and Operation of Lifting Equipment in Nuclear Power Plants;
- NUREG-0612, Control of Heavy Loads at Nuclear Power Plants;
- NUREG-0554, Single-Failure-Proof Cranes for Nuclear Power Plants;

2) Za projektiranje posameznih komponent dvigala bodo uporabljeni naslednji standardi:

- za jekleno konstrukcijo dvigala: DIN 15018 - Cranes, steel structures
- za mehanizem glavnega dviga: DIN 15020 - Lifting appliances
- za mehanizem pomožnega dviga: FEM 2m

12 OBNAVLJANJE PROJEKTHNIH OSNOV

Skladno z zahtevami 19. člena JV5 bo ARAO kot upravljavec bodočega jedrskega objekta odlagališča NSRAO Vrbina, Krško redno preverjal izdelane projektne osnove objekta in ne le kot del vsakega občasnega varnostnega pregleda. Projektne osnove objekta bodo v ta namen preverjene in po potrebi revidirane še po pridobitvi gradbenega dovoljenja, med gradnjo, v celotni obratovalni dobi, med morebitno fazo mirovanja, med razgradnjo in zapiranjem ter tudi med dolgoročnim nadzorom po zaprtju odlagališča.

Pregled projektnih osnov je treba opraviti tudi po obratovalnih dogodkih, ki so imeli vpliv na sevalno ali jedrsko varnost, ali kadar se pojavijo nove pomembne informacije glede sevalne ali jedrske varnosti. Za prepoznavanje potreb in možnosti izboljšav se lahko uporabijo deterministične in verjetnostne varnostne analize, pri tem pa se rešitve v projektu primerjajo s predpisanimi zahtevami in dobro prakso.

Glede na varnostno pomembnost rezultatov pregleda bo upravljavec smiselno posodobil SSK ali izvedel druge ukrepe, pomembne za zagotavljanje sevalne oziroma jedrske varnosti.

13 PRILOGA 1 – ZAHTEVE GLEDE NA FUNKCIONALNO ANALIZO

Zahteve oz. priporočila so smiselno povzeta po dokumentu Funkcionalna analiza [41].

Funkcionalna analiza je bila pripravljena z namenom, da se sistematično pregleda vse funkcije, ki jih mora imeti odlagališče NSRAO skladno z metodologijo, ki ja za to razvita. Pri tem so posamezne funkcije lahko podvojene, oz. zaradi koncepta odlaganja niso uporabljene. Zato so priporočila iz Funkcionalne analize smiselno prilagojena, glede na razvoj projekta in optimizacije: funkcija naj bo izpolnjena do te mere, da je še smiselno dosegljiva (upoštevajoč jedrsko in sevalno varnost, inženirske izkušnje, izvedljivost, ekonomičnost ...). Zaradi optimizacij, ki jih je projekt doživel do sedaj (priprava na odlaganje v NEK, zmanjšanje tehnološkega objekta na odlagališču...), so določene funkcije izpuščene ali prilagojene novim pogojem.

Zahteve in priporočila so predstavljena v naslednji tabeli, kjer stolpci predstavljajo naslednje:

- Številka funkcije,
- Funkcija, ki izhaja iz funkcijskega drevesa funkcionalne analize [41], za lažje sledenje so povzete tudi številke funkcij,
- Zahteva oz. priporočilo,
- SSK ji, ki opravljajo to funkcije (ti so podani za zadnji nivo funkcij),
- Komentar.

Št. funkcije	Funkcija	Zahteva / priporočilo	SSK	Komentar
1.	Odložitev odpadkov v silos	V odlagališče NSRAO naj bo odloženih čim več odpadkov NSRAO, ki nastajajo v RS, po možnosti vsi.		Potrebno usklajevanje med merili sprejemljivosti za odlaganje in varnostjo odlagališča
1.1.	Sprejem odpadkov			
1.1.1.	Sprejem vozila naloženega s končno pakirno enoto	Potrebno parkirišče?	Z2	projektant naj preveri ali je parkirišče zahtevano oz. potrebno glede na zakonske zahteve
1.1.2.	Kontrola transporta	usklajenost s transportnimi zahtevami	F1, F2, Z2, O14	+F3
1.1.3.	Transportne poti in razkladanje	direktna povezava do odlagalnega silosa	Z2	
1.1.4.	Vračanje transportnega vozila	- usklajenost s transportnimi zahtevami - kontrola potencialne kontaminacije	Z2	+O15
1.2.	Kontrola meril sprejemljivosti za odlaganje	100% ujemanje z zahtevami WAC		Glede na optimizacijo projekta se priprava odpadkov NSRAO izvaja v NEK. Kontrolo WAC je torej potrebno vzpostaviti od nastanka toka odpadkov do

Št. funkcije	Funkcija	Zahteva / priporočilo	SSK	Komentar
				priprave končne pakirne enote.
1.2.1.	Izvajanje nedestruktivnih metod kontrole	100%	T7	Potreben dogovor v okviru priprave meril sprejemljivosti in kontrole izpolnjevanja le teh
1.2.2.	Destruktivne metode	3 - 5%	T7	Potreben dogovor v okviru priprave meril sprejemljivosti in kontrole izpolnjevanja le teh
1.4.	Optimizacija odlaganja KPE v silos			
1.4.2.	Odlaganje KPE v silos	- 100% integriteta - izpolnjevanje zahtev iz specifikacije KPE - sistem pozicioniranja	O1, O2, O3, O4 O10	Proces pozicioniranja mora biti ustrezno načrtovan, po možnosti avtomatiziran. Končna pozicija KPE v silosu mora biti obvladovana (natančnost pozicioniranja)
1.5.	Obratovanje in vzdrževanje sistema odlaganja	- upoštevati je potrebno možnost padca zabojnika - možnost požara - možnost izpostavljenosti zaradi napake v procesu	O1, O2, O3, O4	Sistem mora biti definiran v smislu zanesljivosti, razpoložljivosti, popravljivosti in varnosti
1.6.	Priprava novega sloja odpadkov v silosu			Fazo - aktivnost je potrebno načrtovati tako, da so aktivnosti usklajene z aktivnostmi odlaganja
1.6.1.	Transport materiala za polnjenje praznin v silos	- 100 % zagotavljanje potrebnega materiala	O1, O2, O3, O4	Za doseganje boljših lastnosti bi moral biti proces kontinuiran.
1.6.2.	Zapolnjevanje praznin med silosom in KPE ter med KPE	- čim boljša zapolnitev praznega prostora, čim manj por	O1, O2, O3, O4	Pomembna pozicija cevi s polnilom, višina, ...
1.6.3.	Kontrola silosa nad nivojem zapolnjenosti	- kontrola silosa, glede izpolnjevanja projektnih zahtev	O1, O2, O3, O4	Ko bo silos poln, je potrebno ustrezno izvesti inženirske pregrade za zaprtje silosa.
1.6.4.	Izravnava zgornje plasti	- čim boljša izravnava plasti, na katero se bo odlagal naslednji sloj odpadkov	O1, O2, O3, O4	Pomembna zahteva zaradi zagotavljanja integritete in strukturne stabilnosti silosa.
1.7.	Zaprtje silosa po zapolnitvi	100 % izpolnjevanje s projektom predpisanih zahtev za zaprtje	O1, O2, O3, O4	Ustrezne fizikalne in kemične lastnosti, ki upočasnjujejo transport

Št. funkcije	Funkcija	Zahteva / priporočilo	SSK	Komentar
				radionuklidov iz odlagališča.
1.7.1.	Dokončanje zapolnjevanja praznih prostorov do nivoja betonskega prekrova	- 100 % zagotavljanje potrebnega materiala - čim boljša zapolnitev praznega prostora, čim manj por	O1, O2, O3, O4	
1.7.2.	Izvedba betonskega prekrova	100 % izpolnjevanje s projektom predpisanih zahtev za zaprtje	O1, O2, O3, O4	
1.7.3.	Izvedba glinenega čepa	100 % izpolnjevanje s projektom predpisanih zahtev za zaprtje	O5	
1.8.	Zaprtje izkopa silosa v nivoju kvartarja	Zapolnitev plasti na nivoju kvartarja se izvede skladno s projektom	O6	
1.9.	Upravljanje z odlagalnim silosom			
1.9.1.	Nadzor kapacitete			
1.9.1.1.	Volumska kapaciteta	Čim boljša optimizacija volumskega izkoristka	O3	+O10
1.9.1.2.	Radiološka kapaciteta	Skladnost z merili sprejemljivosti za KPE	O3	+O1 O16
1.9.2. in 1.9.4.	Ravnanje s podzemno vodo na lokaciji silosov	- Ni izpustov v času obratovanja - Zajeta voda se po potrebi ustrezno obdeli.	O4	Drenažni sistem deluje do konca obratovanja - do zaprtja silosa.
1.9.3.	Nadzor integritete silosa in ostalih inženirskih pregrad.	- 100 % izpolnjevanje s projektom predpisanih zahtev	O1, O3, O4	Vsi sistemi morajo biti nadzorovani v smislu, da v času obratovanja opravljajo svoje funkcije skladno s projektnimi zahtevami.
1.9.5.	Nadzor zraka v delovnem okolju	- Zrak v silosu mora biti skladen z zakonskimi zahtevami	O3, O15	Glede na to, da je silos "podzemna" struktura je treba preveriti in nadzorovati kakovost zraka v silosu.
2.	Zaščita človeka in okolja pred vplivom ostalih materialov (neradioaktivnih) z odlagališča	- Potrebno upoštevati relevantno zakonodajo		
2.1.	Zaščita zdravja in varnost delavcev in obiskovalcev pred	- 100 % izpolnjevanje zakonodaje in predpisov		

Št. funkcije	Funkcija	Zahteva / priporočilo	SSK	Komentar
	vplivom ostalih materialov			
2.1.1.	Preprečevanje stika in izpostavljenosti nevarnim materialom (snovem)	- ne sme priti do nesreč ali poškodb	Vsi SSK	- potrebno pripraviti listo nevarnih snovi - ustrezne procedure
2.1.2.	Upravljanje odlagališča v zdravih in varnih pogojih	- brez nesreč - brez poškodb	Vsi SSK	Odlagališče mora obratovati skladno z veljavno zakonodajo in priporočili (zračenje, hrup, notranji promet, dostop, pitna voda, sanitarije ...)
2.1.3.	Zagotavljanje zaščitnih sredstev in informacij za delavce in obiskovalce	- brez nesreč - brez poškodb	Vsi SSK	- zagotavljanje omejenega dostopa - spremstvo obiskovalcev - izobraževanje zaposlenih
2.2.	Omejevanje vpliva odlagališča na okolje	100% izpolnjevanje predpisanih obveznosti		
2.2.1.	Omejevanje vpliva na okoliško prebivalstvo	- brez pritožb	Vsi SSK	Omejevanje: - hrupa - kontaminacije - smradu - svetlobne onesnaženosti - prometa
2.2.2.	Omejevanje vpliva na aktivnosti, ki potekajo v okolici odlagališča	- brez pritožb	Vsi SSK	Omejevanje: - porabe vode - hrupa - kontaminacije - smradu - svetlobne onesnaženosti - prometa
2.2.3.	Omejevanje vpliva na dediščino in javne površine v okolici odlagališča	- brez pritožb	Vsi SSK	Omejevanje: - hrupa - kontaminacije - smradu - svetlobne onesnaženosti - prometa
2.2.4.	Omejevanje vpliva na naravno komponento okolja (zrak, tla, voda, flora in favna)	- brez pritožb	Vsi SSK	Omejevanje: - porabe vode / kanalizacijski sistem - hrupa - smradu - svetlobne onesnaženosti - prometa
3.	Zaščita človeka in okolja pred onesnaženjem, ki lahko izvira iz odpadkov odloženih v	- vpliv manjši od zakonsko predpisanega		

Št. funkcije	Funkcija	Zahteva / priporočilo	SSK	Komentar
	odlagališču (radionuklidi - RN in toksične snovi - TS)			
3.1.	Zaščita človeka in okolja pred ionizirajočim sevanjem	- izpolnjevanje zakonskih predpisov - skladnost z merili sprejemljivosti		Upoštevanje ALARA načela.
3.1.1.	Zaščita delavcev pred ionizirajočim sevanjem	- zakonski predpisi - priporočila	Vsi SSK klasificirani kot POM	- jasna, preprosta in učinkovita navodila - avtomatizacija procesa, če je upravičljiva - daljinsko vodenje posameznih procesov - fizično ločene aktivnosti (gradnja, vzdrževanje, obratovanje)
3.1.2.	Zaščita javnosti (obiskovalcev) pred ionizirajočim sevanjem	- zakonski predpisi - priporočila	Vsi SSK klasificirani kot POM	- procedure ob obisku - omejevanje obiskov ob posameznih procesih
3.1.3.	Zaščita javnosti (izven ograje odlagališča) pred ionizirajočim sevanjem	- zakonski predpisi - priporočila	Vsi SSK	- oddaljenost - zaščita pred sevanjem
3.2.	Zaščita človeka in okolja pred onesnaženjem, ki lahko izvira iz odpadkov odloženih v odlagališču (RN in TS) in se lahko razširja z zrakom			
3.2.1.	Zaščita delavcem pred kontaminacijo, ki se lahko razširja z zrakom	- zakonski predpisi - priporočila	Vsi SSK	- preprečevanje potencialnih con akumulacije potencialno kontaminiranega zraka - zagotavljanje ustreznega zračenja - zagotavljanje integritete KPE - če je potrebno zagotavljanje osebnih zaščitnih sredstev - jasna in preprosta navodila/procedure - daljinsko vodenje posameznih procesov - fizično ločene aktivnosti (gradnja, vzdrževanje, obratovanje)
3.2.2.	Zaščita javnosti (obiskovalcev) pred kontaminacijo, ki se lahko razširja z zrakom	- zakonski predpisi - priporočila	Vsi SSK	- procedure ob obisku - omejevanje obiskov ob posameznih procesih

Št. funkcije	Funkcija	Zahteva / priporočilo	SSK	Komentar
3.2.3.	Zaščita javnosti (izven ograje odlagališča) pred kontaminacijo, ki se lahko razširja z zrakom	- zakonski predpisi - priporočila	Vsi SSK	
3.3.	Zaščita človeka in okolja pred onesnaženjem, ki lahko izvira iz odpadkov odloženih v odlagališču (RN in TS) in se lahko razširja z vodo			
3.3.1.	Zaščita delavcev pred kontaminacijo, ki se lahko razširja z vodo	- zakonski predpisi - priporočila	O1, O2, O3, O4, O10, O15, O17, T5, T7	- preprečevanje kontakta delavcev s potencialno kontaminirano vodo - zbiranje in nadzorovano ravnanje s potencialno kontaminirano vodo - kontrolirani izpusti - zagotavljanje osebnih zaščitnih sredstev, če so potrebna
3.3.2.	Zaščita javnosti (obiskovalcev) pred kontaminacijo, ki se lahko razširja z vodo	- zakonski predpisi - priporočila	O1, O2, O3, O4, O10, O11, O14, O15, O17, T5, T6, T7	- procedure ob obisku - omejevanje obiskov ob posameznih procesih
3.3.3.	Zaščita javnosti (izven ograje odlagališča) pred kontaminacijo, ki se lahko razširja z vodo	- zakonski predpisi (0,3 mSv/y) - priporočila	O1, O2, O3, O4, O10, O15, O17, T5, T7	- upoštevanje WAC - upoštevanje projektnih zahtev, glede lastnosti posameznih SSK
4.	Zagotavljanje - omogočanje izvajanja monitoringa okolice	Zagotavljati je potrebno monitoring okolice tako, da se pokrije vse možne vplive na okolje		funkcijo je potrebno upoštevati skupaj s predlogi iz Poročila o vplivih na okolje
4.1.	Določitev ničelnega stanja in območja monitoringa			
4.1.1.	Določitev parametrov, ki jih je potrebno nadzorovati	Zagotavljanje reprezentativnih meritev	O14, T10, M1	
4.1.2.	Določiti območje monitoringa	Z monitoringom čim bolje pokriti območje vpliva	O14, T10, M1	
4.2.	Monitoring okolja			
4.2.1.	Vzpostavitev monitoringa	Glede na funkciji 4.1.1. in 4.1.2. je potrebno vzpostaviti ustrezni monitoring	O14, T10, M1	
4.2.2.	Vzdrževanje in nadgradnja monitoringa	Vse SSK je povezane z monitoringom je potrebno redno	O14, T10, M1	

Št. funkcije	Funkcija	Zahteva / priporočilo	SSK	Komentar
		vzdrževati in po potrebi nadgrajevati		
4.2.3.	Zagotavljanje podatkov monitoringa, sledenje in primerjava z avtoriziranimi vrednostmi	Za posamezne podatke, pridobljene v okviru monitoringa je potrebno zagotoviti njihovo sledenje ter primerjavo z dovoljenimi - avtoriziranimi vrednostmi.	O14, T10, M1	
5.	Medsebojni vpliv okolja in odlagališča			
5.1.	Poplava			
5.1.1.	Zaščita SSK pomembnih za varnost (POM) pred poplavnim valom	Odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O1, O3, O4, O9, O10, O11, O13, O14, O17, T1, T2, T5, T6, T7, T9, F1	
5.1.2.	Zaščita SSK pomembnih za varnost (POM) pred trdimi predmeti, prinesenimi s poplavami	Odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O1, O3, O4, O5, O9, O10, O11, O13, O14, O17, T1, T2, T5, T6, T7, T9, F1	- omejiti število in pritrditi potencialno nevarne predmete
5.1.3.	Preprečiti vdor poplavne vode v objekte pomembne za jedrsko in sevalno varnost	Odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O9, T1	
5.2.	Potres			
5.2.1.	Zaščita SSK pomembnih za varnost (POM) pred potresom	Odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O1, O3, O4, O5, O9, O10, O11, O13, O14, O17, T1, T2, T5, T6, T7, T9, F1	
5.2.2.	Zaščita SSK pomembnih za varnost (POM) pred mehanskimi poškodbami zaradi potencialne zrušitve težkih delov na njih	Odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O3, O10, O11, T1, F1	
5.2.3.	Zaščita SSK pomembnih za varnost (POM) pred hidravličnim udarom ali intruzijo vode zaradi potresa	Odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O3, O10, O11, T1, F1	

Št. funkcije	Funkcija	Zahteva / priporočilo	SSK	Komentar
5.3.	Meteorološki vplivi (vključujoč podnebne spremembe)			
5.3.1.	Zaščita SSK pomembnih za varnost (POM) pred posledicami razlike temperatur (podzemni objekti vs. zunanja temperatura)	Odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O1, O3, O4, O5, O9, O10, O11, O13, O14, O17	
5.3.2.	Zaščita SSK pomembnih za varnost (POM) pred posledicami vetra	Odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O3, O10, O11, T1, F1	
5.3.3.	Odpornost SSK jev na ekstremne temperature			
5.3.3.1.	Odpornost betonskih SSK jev na cikle zmrzovanja in tajanja	Odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O3, O4, O10, O11, O13, O14, O17, T1, T2, T5, T6, T7, T9, F1	
5.3.3.2.	Odpornost ostalih (nebetonskih) SSK jev na cikle zmrzovanja in tajanja	Odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O1, O3, O4, O5, O9, O10, O11, O13, O14, O17, T1, T2, T5, T6, T7, T9, F1	
5.3.4.	Močne padavine			
5.3.4.1.	Zaščita SSK pomembnih za varnost (VK3) pred posledicami erozije zaradi močnih padavin	Odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O1, O3, O4, O5, O9, O10, O11, O13, O14, O17, T1, T2, T5, T6, T7, T9, F1	
5.3.4.2.	Vpliv delcev v vodi na drenažne sisteme	Drenažni sistemi morajo opravljati svojo funkcijo.	Z5	
5.3.5.	Vpliv suše in znižanja podtalne vode na za varnost pomembne SSK (VK3)	Odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O1, O3, O4, O5, O9, O10, O11, O13, O14, O17, T1, T2, T5, T6, T7, T9, F1	
5.4.	Kemična obstojnost in odpornost na podzemno vodo (z vodo nasičeno območje)			
5.4.1.	Vpliv zraka (atmosfere)			
5.4.1.1.	Efekt karbonatizacije na betonske komponente	Odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O1, O2, O3, O4, O8	- preveriti je potrebno možnosti karbonatizacije in vpliva le te na SSK je

Št. funkcije	Funkcija	Zahteva / priporočilo	SSK	Komentar
5.4.1.2.	Efekt korozije	Odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O1, O2, O3, O4, O8	- preučiti je potrebno posledice korozije na integriteto in stabilnost odlagalne enote, pri tem je potrebno upoštevati tudi nastanek plinov
5.4.2.	Vpliv kondenza			
5.4.2.1.	Raztapljanje cementnih materialov zaradi kondenza	Odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O1, O2, O3, O4	- preveriti je potrebno odpornost materialov na kondenz, ki lahko nastaja v odlagalni enoti
5.4.2.2.	Zbiranje kondenzne vode	Odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O1, O2, O3, O4	- potencialne vode, ki nastanejo s kondenzom je potrebno ustrezno obvladovati
5.4.3.	Vpliv podzemne vode			
5.4.3.1.	Fizikalni vpliv podzemne vode na stiku hribina - objekt	Odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O3	
5.4.3.2.	Kemični vpliv podzemne vode na podzemne strukture	Odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O1, O2, O3, O4, O5	Preveriti je potrebno kako naravni kemizem podzemne vode vpliva na podzemne strukture. Preveriti pa je potrebno tudi vpliv vode, ki bo zaradi betona imela visok pH.
5.5.	Geomehanski vplivi			
5.5.1.	Statične obtežbe, ki izhajajo iz hribinskega in hidrostaticnega tlaka			
5.5.1.1.	Dopustitev določenih deformacij posameznih struktur	Glede na geomehanske lastnosti okolne zemljine je potrebno določiti način izgradnje silosa in deformacije, ki jih taka izgradnja dopušča. Pri tem odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O1, O2, O3, O4, O5, O6, O8	
5.5.1.2.	Dopustitev določene količine razpok v strukturah.	Potrebno je določiti še dopustno količino razpok pri betonskih SSK jih, te je potrebno ustrezno ovrednotiti in upoštevati pri varnostni oceni. Pri tem odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O1, O2, O3, O4, O8	
5.5.2.	Statične obtežbe zaradi vertikalnega			

Št. funkcije	Funkcija	Zahteva / priporočilo	SSK	Komentar
	hidrostatskega tlaka na dnu			
5.5.2.1.	Preprečevanje delovanja sile vzgona na inženirske pregrade, ki bo nastal zaradi posledice izkopa.	Odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O3, O8	
5.5.2.2.	Dopustitev določenih deformacij posameznih struktur	Glede na geomehanske lastnosti okolne zemljine je potrebno določiti način izgradnje silosa in deformacije, ki jih taka izgradnja dopušča. Pri tem odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O3, O8	
5.5.2.3.	Dopustitev določene količine razpok v strukturah.	Potrebno je določiti še dopustno količino razpok pri betonskih SSK jih, te je potrebno ustrezno ovrednotiti in upoštevati pri varnostni oceni. Pri tem odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	O3, O8	
5.6.	Vpliv volumskih sprememb betonskih struktur zaradi strjevanja betona, sprememb vlažnosti, temperature, kemičnih procesov, ipd.	Volumske spremembe zaradi naštetih procesov je potrebno prepoznati in jih ustrezno ovrednotiti, ter upoštevati pri varnostni oceni.	O1, O2, O3, O4, O8	
5.7	Dinamične obremenitve na SSK je, ki nastanejo zaradi nesrečnih dogodkov			
5.7.1.	Poškodba KPE ob padcu	Zabojnik je potrebno načrtovati tako, da je verjetnost za padec zabojnika čim manjša (ob upoštevanju ALARA pristopa), ter, da so poškodbe in posledice ob morebitnem padcu čim manjše.	O1	

Št. funkcije	Funkcija	Zahteva / priporočilo	SSK	Komentar
5.7.2.	Poškodba ostalih že odloženih KPE ob padcu KPE	Zabojnike je potrebno načrtovati tako, da so ob padcu drugega zabojnika nanje poškodbe oz. posledice čim manjše.	O1	
5.7.3.	Poškodba polnila	Polnilo je potrebno načrtovati tako, da kljub morebitnemu padcu zabojnika, polnilo ohranja svoje varnostne funkcije.	O2	
5.7.4.	Poškodba silosa	Silos je potrebno načrtovati tako, da se ob morebitnem padcu zabojnika in poškodbi silosa, lahko vzpostavi stanje, ki omogoča, da silos ohranja svoje varnostne funkcije.	O3	
5.7.5.	Poškodba drenažnega sistema	Odlaganje zabojnikov in drenažni sistem je potrebno načrtovati tako, da se ob morebitnem padcu zabojnika drenažni sistem kar najmanj poškoduje oz. ohrani svoje predpisane varnostne funkcije.	O4	
5.8.	Potencialni vdor živali in rastlin			
5.8.1.	Vdor živali	Vdor živali je potrebno v čim večji meri preprečiti, tako med obratovanjem kot po zaprtju.	O1, O2, O3, O4, O5, O6, O8, O9, O10, O14, T1, T6	
5.8.2.	Vdor rastlin	Vdor rastlin je potrebno v čim večji meri preprečiti, tako med obratovanjem kot po zaprtju.	O1, O2, O3, O4, O5, O6, O8, O9, O10, O14, T1, T6	
5.10.	Požar	Odlagališče ne sme izgubiti predpisanih varnostnih funkcij	Velja za vse SSK-je	Omejevanje vnosa gorljivih snovi, kjer je potrebno vgradnja negorljivih materialov.
6.	Zaščita odlagališča pred človeškimi aktivnostmi in ostalimi industrijskimi objekti			
6.1.	Zaščita pred padcem letala	Scenarij padca letala se ovrednoti v okviru	Velja za vse SSK-je	

Št. funkcije	Funkcija	Zahteva / priporočilo	SSK	Komentar
		varnostne ocene za odlagališče.		
6.2.	Zaščita pred nenamernim človeškim vdorom po zaprtju	Scenarij nenamernega človeškega vdora se ovrednoti v okviru varnostne ocene za odlagališče.	Velja za vse SSK-je	
6.3.	Zaščita pred zlonamernimi dogodki (terorizem, vandalizem..)	Scenarije se ovrednoti v okviru varnostne ocene, pri projektiranju SSK jev pa je potrebno upoštevati, da omogočajo maksimalno (še smiselno) zaščito pred temi dogodki.	Velja za vse SSK-je	

14 LITERATURA

- [1] *Pravilnik o dejavnih sevalne in jedrske varnosti (JV5)*. (Uradni list RS, št. 74/16).
- [2] *Praktične smernice - Vsebina varnostnega poročila za odlagališče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov*. 2012.
- [3] *Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti*. (Uradni list RS, št. 102/04 – uradno prečiščeno besedilo, 70/08 – ZVO-1B, 60/11 in 74/15).
- [4] *Resolucija o nacionalnem programu ravnanja z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom za obdobje 2016–2025 (ReNPRRO16–25)*. (Uradni list RS, št. 31/2016).
- [5] *Uredba o državnem prostorskem načrtu za odlagališče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov na lokaciji Vrbina v občini Krško, Uradni list RS, št. 114/2009 in 50/2012*. .
- [6] *Odlagališče NSRAO Vrbina, Krško, Idejna zasnova Rev.C*. 2016.
- [7] *Resolucija o jedrski in sevalni varnosti v republiki Sloveniji za obdobje 2013-2023*. (Uradni list RS, št. 56/2013).
- [8] *Zakon o ratifikaciji skupne konvencije o varnosti ravnanja z izrabljenim gorivom in varnosti ravnanja z radioaktivnimi odpadki (MKVIGRO)*. (Uradni list RS - Mednarodne pogodbe, št. 3/99).
- [9] *Zakon o varstvu okolja (ZVO-1)*. (Uradni list RS, št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO-1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt-A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15 in 30/16).
- [10] *Pravilnik o ravnanju z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim gorivom (JV7)*. (Uradni list RS, št. 49/06 in 76/17 – ZVISJV-1).
- [11] *Seventh Commission report on radioactive waste and spent fuel management*. European Comission, 2011.
- [12] OECD/NEA, "The Economics of the Back End of the Nuclear Fuel Cycle," 2013.
- [13] *Izdelava idejne tehnološke rešitve podzemnega odlagališča NSRAO za poljubno lokacijo*, IBE d.d., 2005.
- [14] *Predinvesticijska zasnova, Rev. B, Odlagališče NSRAO Vrbina, Krško, 2010*. IBE d.d.
- [15] *Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (ZVISJV-1)*. (Uradni list RS, št. 76/17).
- [16] *Uredba o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih (UV2)*. Uradni list RS, št. 49/2004.
- [17] *Projektne osnove v okviru Idejnega projekta, Odlagališče NSRAO Vrbina, Krško, rev A, NSRAO-Vrb-IDP 01/09, IBE, julij 2009*. IBE d.d, 2009.
- [18] ARAO, *Dopolnitev Projektnih osnov v fazi pridobivanja okoljevarstvenega soglasja, NSRAO2-SIP-020-01/02-08-011-001*.
- [19] *Odlagališče NSRAO Vrbina, Krško, Investicijski program, Rev. C*. IBE, d.d., 2013.
- [20] *Odlagališče NSRAO Vrbina Projektne osnove za izdelavo idejne zasnove*. IBE d.d., 2006.
- [21] *Odlagališče NSRAO Vrbina v občini Krško, Strokovne podlage za posebno varnostno analizo, NSRAO-Vrb-ŠV/SP (PVA) 01/061, IBE, september 2006*.
- [22] *Predprimerjalna študija za izbor treh potencialnih lokacij za odlagališče NSRAO, T-2134-3/2*. ARAO, 2005.

- [23] *Gradivo za pridobitev smernic za načrtovanje predvidene prostorske ureditve odlagališča NSRAO, T-2136-1/P1 (T-2114-1/P2), januar 2006.* IBE.
- [24] *Odlagališče NSRAO Vrbina Študija variant, rev.1 NSRAO- Vrb.ŠV/ ŠV 01/06, T-2136, december 2006.* Acer Novo mesto d.o.o., Savaprojekt d.d.
- [25] *Posebna varnostna analiza za umestitev odlagališča NSRAO, Lokacija Vrbina v občini Krško, dec.2006.* ARAO, DDC, ZVD, ZAG in Imos Geateh.
- [26] *Začetne terenske raziskave geosfere in hidrosfere za potencialno lokacijo Vrbina v občini Krško, Končno poročilo, sklop 1 - 8, J-II 30*b14-2/6, NSRAO-Vrb-ŠV/TR 02/06, T-2116, 02-01-069-008, rev 1, november 2006.* ZAG, GeoZS, Geoinženiring, ZZVM.
- [27] *Odlagališče NSRAO Vrbina, Krško, Idejni projekt Rev. A.* NSRAO-Vrb-IDP 01/09, IBE d.d., 2009.
- [28] *Poročilo o izvedbi programa dopolnilnih začetnih terenskih in laboratorijskih raziskav geosfere in hidrosfere za potencialno lokacijo Vrbina-Krško, rev.1., J.V. GeoZS, ZAG, Geoinženiring, IRGO, ZZVMB, 2009.*
- [29] *Revizija in optimizacija projektnih rešitev iz IDP - Tehnologija odlaganja, NSRAO2-ŠTU-003-01, NRVB 3x1060.* IBE d.d., 2011.
- [30] *Revizija in optimizacija projektnih rešitev iz IDP - SILOS.* NSRAO2-ŠTU-002-01, IBE d.d., 2011.
- [31] *Optimizacija neodlagalnega dela odlagališča.* NSRAO2-ŠTU-014-01, IBE d.d., 2014.
- [32] *Safety Analysis and Waste Acceptance Criteria Preparation for Low and Intermediate Level Waste Repository in Slovenia - General overview of Safety Assessment Report.* Konzorcij EISFI (ENCO, INTERA, STUDSVIK, FACILIA, IRGO), 2012.
- [33] *Sklep o potrditvi Investicijskega programa za odlagališče NSRAO Vrbina v občini Krško, št. 360 - 54/2014/31, 8.7.2014, Ministrstvo za infrastrukturo in prostor, Direktorat za energijo.*
- [34] *Glavne raziskave geo in hidrosfere za potrebe graditve odlagališča NSRAO, rev 1., 2015.* J.V. IRGO Consulting d.o.o., GeoZS, NLZOH Maribor, Geoinženiring d.o.o., ZAG.
- [35] *"Priročnik vodenja projekta odlagališča NSRAO 2F (PVP II), NSRAO2-PVP-001-00," 2010.*
- [36] *Navodila za delo recenzijske skupine, NSRAO2-NAV-001-01, 2010. .*
- [37] *Odlagališče NSRAO Vrbina, Krško Idejna zasnova, Rev. A, NSRAO-Vrb-IDZ 02/07.* IBE d.d., 2007.
- [38] *Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste, No. SSG-29.* IAEA, 2014.
- [39] *Safety Analysis and Waste Acceptance Criteria Preparation for Low and Intermediate Level Waste Repository in Slovenia, Gas Generation Processes and Design Implications, ARAO, EISFI-TR-(11)-08 Vol.4, Rev 1.* NSRAO2-PCS-010-01-eng, 2012. Konzorcij EISFI (ENCO, INTERA, STUDSVIK, FACILIA, IRGO).
- [40] *System Description and Safety functions Report, Rev. 3.* NSRAO2-PCS-005-01- eng, ARAO (ENCO, INTERA, STUDSVIK, FACILIA, IRGO), 2012.
- [41] *Functional analysis (analysis of functions) for the ARAO Low and Intermediate Level Waste repository, NSRAO-ŠTU-013-02-eng, november 2012.* ANDRA.
- [42] *Fundamental Safety Principles, IAEA Safety Standards Series No. SF-1.* Vienna: IAEA, 2006.
- [43] *The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological*

Protection, Publication 103, Elsevier. ICRP, 2007.

- [44] *Disposal of Radioactive Waste, No. SSR-5. IAEA, 2011.*
- [45] WENRA, "Radioactive Waste Disposal Facilities Safety Reference Levels," 2014.
- [46] *The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste, SSG-23. IAEA, 2012.*
- [47] URSJV, *Razširjeno letno poročilo o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti v Republiki Sloveniji za leto 2016.* URSJV, 2017.
- [48] *Pogodba med Vlado Republike Slovenije in Vlado Republike Hrvaške o ureditvi statusnih in drugih pravnih razmerij, povezanih z vlaganjem v Nuklearno elektrarno Krško, njenim izkoriščanjem in razgradnjo (BHRNEK), Ur. l. RS, št. 23/2003.* 2003.
- [49] Consortium EISFI, *Safety Analysis and Waste Acceptance Criteria Preparation for Low and Intermediate Level Waste Repository in Slovenia, Inventory report, Technical Report ARAO, EISFI-TR-(11)-12 Vol.1, Rev.4.* Konzorcij EISFI (ENCO, INTERA, STUDSVIK, FACILIA, IRGO), 2014.
- [50] Consortium EISFI, *Safety Analysis and Waste Acceptance Criteria Preparation for Low and Intermediate Level Waste Repository in Slovenia, Inventory report. Report No. EISFI-TR-(11)-12 Vol.1 Rev.4, NSRAO2-WAC-002-01-eng.* Konzorcij EISFI (ENCO, INTERA, STUDSVIK, FACILIA, IRGO), 2015.
- [51] *Review and Comments on SAC&WAC reports, Doc. no.: NRVB---5X8810.* 2014.
- [52] *Preliminary Decommissioning Plan (PDP) for NPP Krško, Revision 5.* 2010.
- [53] *Resolucija o Nacionalnem programu ravnanja z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim jedrskim gorivom za obdobje 2006-2015.* Uradni list RS, št. 15/2006.
- [54] *Program razgradnje za CSRAO, Revizija 0.* 04-01-026-002, ARAO, 2012.
- [55] "osnutek Varnostnega poročila za odlagališče NSRAO Vrbina, Krško, Revizija 3," 2018.
- [56] S. Založnik, "DEMOGRAFSKE IN SOCIALNE ZNAČILNOSTI OBČIN SPODNJEGA POSAVJA NA OSNOVI MODELA," *Dela*, vol. Vol. 38, pp. 39–53, 2012.
- [57] "Spletna stran Statistični urad Republike Slovenije." [Online]. Available: <http://www.stat.si/statweb>.
- [58] *HIDRAVLIČNA ANALIZA VPLIVNEGA OBMOČJA ODLAGALIŠČA NIZKO IN SREDNJE RADIOAKTIVNIH ODPADKOV VRBINA, KRŠKO, julij 2015.* UL, FGG, Katedra za mehaniko tekočin.
- [59] *Odlagališče NSRAO Vrbina, Krško / Kote odlagališča in dostopne ceste, avgust 2015.* IBE d.d.
- [60] *Določitev PMF. Poročilo št 71-KSH/d-127; UL FGG- KSH (Katedra za splošno hidrotehniko), 2010.*
- [61] *Hidravlična analiza viksokih voda reke Save v območju nuklearne elektrarne Krško pri največjem verjetnem pretoku (PMF), UL FGG – KMTe, januar 2010.*
- [62] *Hidravlična analiza visokih voda reke Save v območju Nuklearne elektrarne Krško pri največjem verjetnem pretoku (PMF) za stanje po izgradnji HE Brežice, UL FGG – KMTe, september 2011.*
- [63] *Izvedba hidrološko hidravlične presoje vodnega režima in ostalih hidroloških podlag za potrebe umeščanja odlagališča NSRAO v prostor, Končno poročilo, december 2009.* FGG.

- [64] *Odlagališče NSRAO Vrbina, Krško / Kote odlagališča in dostopne ceste*. IBE d.d., 2015.
- [65] R. Associates, *Final Report Characterization of the Libna Fault and Tectonic Framework of the Krško Basin*. 2013.
- [66] *Seizmološka analiza lokacije*. FGG, IKPIR, 2008.
- [67] ARSO, *Izvedba seizmološke analize lokacije za objekt odlagališča NSRAO Vrbina, marec 2015*.
- [68] *Seizmične obremenitve pripovršinskega odlagališča NSRAO Vrbina, junij 2015*. Univerza v Ljubljani, FGG, IKPIR.
- [69] *Seizmične obremenitve pripovršinskega odlagališča NSRAO Vrbina, Dopolnitev: Projektni potresni parametri za izračun praznega silosa, november 2015*. Univerza v Ljubljani, FGG, IKPIR.
- [70] Rizzo Associates, *Seismic Design Requirements for LILW Repository in Slovenia, april 2015*.
- [71] "Spletna stran URSJV." [Online]. Available: <http://www.ursjv.gov.si/>.
- [72] *Updated safety analyses report, rev. 21, NE Krško*.
- [73] *Okoljsko poročilo za odlagališče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov (NSRAO), april 2009*. GEATEH.
- [74] *S K L E P o določitvi območij in stopnji onesnaženosti zaradi žveplovega dioksida, dušikovih oksidov, delcev, svinca, benzena, ogljikovega monoksida in ozona v zunanjem zraku, UL, RS 72/2003*. 1997.
- [75] *The Safety Case and Safety Assessment for the Predisposal Management of Radioactive Waste, GSG-3*. Vienna: IAEA, 2013.
- [76] *Safety Assessment for Facilities and Activities, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 4*. IAEA.
- [77] *Safety Analysis and Waste Acceptance Criteria Preparation for Low and Intermediate Level Waste Repository in Slovenia, Operational safety assessment Report on Scenarios, Models and Results of Calculations, ARAO, EISFI-TR-(11)-11 Vol.3, NSRAO2-OPS-004-01-e*. Konzorcij EISFI (ENCO, INTERA, STUDSVIK, FACILIA, IRGO), 2012.
- [78] *REPORT ON INITIAL SCENARIOS UNDER POST - CLOSURE CONDITIONS, EISFI-TR-(11)-07, Rev 1, NSRAO2-PCS006-01-eng*. Konzorcij EISFI (ENCO, INTERA, STUDSVIK, FACILIA, IRGO), 2012.
- [79] IBE, *Odlagališče NSRAO Vrbina, Krško, Referenčna dokumentacija - Obratovanje, NSRAO2-POR-020-00 02-08-011-003, NRVB 5x/M23*.
- [80] IAEA, *Safety Assessment Methodologies for Near Surface Disposal Facilities, Results of a Coordinated Research Project, Volume 1: Review and Enhancement of Safety Assessment Approaches and Tools, IAEA - ISAM*. 2004.
- [81] *Obratovanje, NSRAO2-POR-020-00, 02-08-011-003*. IBE d.d.
- [82] *Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti (JV10)*. (Uradni list RS, št. 27/18).
- [83] *Safety Standards for protecting people and the environment: Monitoring and Surveillance of Radioactive Waste Disposal Facilities, Specific Safety Guide No. SSG-31*. IAEA, 2014.
- [84] *Načrt dolgoročnega nadzora in vzdrževanja po zaprtju odlagališča NSRAO, referenčna dokumentacija za osnVP, NSRAO2-POR-008-00 02-08-011-003*. ARAO, 2016.

- [85] IAEA, "IAEA safety glossary: terminology used in nuclear safety and radiation protection," 2007.
- [86] *Odlagališče NSRAO Vrbina, Krško, Idejna zasnova rev. B, 7 Tehnološki načrt, 7/1 Tehnologija odlaganja*. NRVB ---1T/1010B, IBE d.d., 2015.
- [87] *Odlagališče NSRAO Vrbina, Krško, Idejna zasnova rev. B, 1 Načrt arhitekture - Tehnični opis, Objekti odlagališča*, NRVB ---1A/1001, oktober 2015. IBE d.d.
- [88] *Odlagališče NSRAO Vrbina, Krško, Idejna zasnova rev. B, 3 Načrt gradbenih konstrukcij, 3/4 Infrastrukturni objekti, Tehnično poročilo*, NRVB ---1G/1901, oktober 2015. IBE d.d.
- [89] *Opis skupkov konstrukcij, sistemov in komponent (SSK) za potrebe osnutka varnostnega poročila, rev.1*, NSRAO2-POR-034-01, IBE, 2016.
- [90] *Pravilnik o zagotavljanju varnosti po začetku obratovanja sevalnih ali jedrskih objektov (JV9)*. (Uradni list RS, št. 81/16 in 76/17 – ZVISJV-1).
- [91] *Priporočila za seizmične obremenitve pripovršinskega odlagališča NSRAO Vrbina, rev.1*. FGG, IKPIR, 2008.
- [92] *Pravilnik o fizičnem varovanju jedrskih objektov, jedrskih in radioaktivnih snovi ter prevozov jedrskih snovi*. (Uradni list RS, št. 17/13 in 76/17 – ZVISJV-1).
- [93] *Uredba o območjih omejene rabe prostora zaradi jedrskega objekta in o pogojih gradnje objektov na teh območjih (UV3)*. (Uradni list RS, št. 36/04, 103/06, 92/14).
- [94] *Direktiva Sveta 2013/59/Euratom z dne 5. decembra 2013 o določitvi temeljnih varnostnih standardov za varstvo pred nevarnostmi zaradi ionizirajočega sevanja*. 2013.
- [95] *Pravilnik o obveznostih izvajalca sevalne dejavnosti in imetnika vira ionizirajočih sevanj /SV8/*. Uradni list RS, št. 13/2004.
- [96] *Pravilnik o pogojih in metodologiji za ocenjevanje doz pri varstvu delavcev in prebivalstva pred ionizirajočimi sevanji (SV5)*. (Uradni list RS, št. 115/03).
- [97] *Uredba o mejnih dozah, referenčnih ravneh in radioaktivni kontaminaciji (UV2)*. (Uradni list RS, št. 18/18).
- [98] *Pravilnik o obveznostih izvajalca sevalne dejavnosti in imetnika vira ionizirajočih sevanj (SV8)*. (Uradni list RS, št. 3/17, 8/17 in 76/17 – ZVISJV-1).
- [99] *Pravilnik o uporabi virov sevanja in sevalni dejavnosti JV2/SV2*. Uradni list RS, št. 27/2006.
- [100] *Uredba o posegih v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje*. (Uradni list RS, št. 51/14).
- [101] *Uredba o odpadkih*. (Uradni list RS, št. 37/15 in 69/15).
- [102] *Zakon o varstvu pred požarom (ZVPoz)*. (Uradni list RS, št. 3/07 – uradno prečiščeno besedilo, 9/11 in 83/12).
- [103] *Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1)*. (Uradni list RS, št. 43/11).
- [104] *Zakon o zasebnem varovanju (ZZasV-1)*. (Uradni list RS, št. 17/11).
- [105] *Mnenje k predlogu državnega prostorskega načrta ter izdaja proejktnih pogojev, Št. 3928-14/2004/107, z dne 27.5.2009*. URSJV.
- [106] *Mnenje in projektni pogoji s področja upravljanja z vodami, št. 350001-458/2009, datum 17.11.2009*. ARSO.
- [107] *Zakon o varnosti in zdravju pri delu*. (Uradni list RS, št. 56/99, 64/01 in 43/11-ZVZD-1).

- [108] *Uredba o varstvu dokumentarnega in arhivskega gradiva /UVDAG/*. (Uradni list RS, št. 86/06).
- [109] "Veljavni predpisi jedrske in sevalne varnosti v RS." [Online]. Available: http://www.ursjv.gov.si/si/zakonodaja_in_dokumenti/veljavni_predpisi/.